



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Arbeit

Die Auswirkung von Musik auf
die Raumvorstellungsleistung
und die
psychophysiologische Aktivierung

Verfasserin

Martina Weber

Angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften

(Mag. rer. nat.)

Wien, September 2009

Studienkennzahl: 298
Studienrichtung: Psychologie
Betreuer: Ao. Univ.-Prof. Dr. Georg Gittler

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich besonders bei meiner Mutter und auch bei meinem Vater bedanken, die mir mit ihrer emotionalen und finanziellen Unterstützung das Studium der Psychologie ermöglicht haben.

Ebenso danke ich meinem Freund Christoph und meinem Bruder Matthias, die mir in schwierigen Phasen des Studiums wieder Mut gemacht haben und sich über Erfolge mit mir gefreut haben.

Herrn a.o. Univ.-Prof. Dr. Georg Gittler und Frau Mag. Eva-Maria Adlmann danke ich für die gute Betreuung der Diplomarbeit und ihre Hilfe.

Für die freundliche Unterstützung während der ganzen Zeit der Diplomarbeit möchte ich mich auch bei Dr. Norman Schmid bedanken. Ohne seine Motivation wäre diese Arbeit nicht zu Stande gekommen.

Großer Dank geht auch an Herrn DI Scholik und Herrn Dr. Prieler, die mir das NeXus-10 Biofeedbackgerät der Firma MindMedia, für die gesamte Dauer der Testungen, zur Verfügung gestellt haben.

Ebenso möchte ich mich beim TSA bedanken, welches mir großzügigerweise einen Testungsraum zur Verfügung gestellt hat.

Zum Schluss gilt mein Dank auch den vielen Freunden, die sich als Versuchspersonen zur Verfügung gestellt haben und ohne die diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre: Marlene, Kathi, Lisi, Brigitta, Lukas und v.a.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	- 4 -
1 Der Mozart Effekt	- 5 -
1.1 Zur Geschichte des Mozart Effekt	- 5 -
1.2 Studien zum Mozart Effekt	- 6 -
1.3 Erklärungsversuche des Mozart Effekts	- 11 -
1.3.1 Die neuronale Ebene	- 11 -
1.3.2 Die Aktivierungs-Stimmungs-Hypothese	- 12 -
1.3.3 Präferenzen	- 16 -
1.4 Fehlgeschlagene Replikationsversuche	- 18 -
1.5 Zusammenfassung und Ausblick.....	- 19 -
2 Aktivierung.....	- 21 -
2.1 Zum Begriff Aktivierung	- 21 -
2.1.1 Orientierungsreaktion	- 23 -
2.2 Aktivierung und Leistung	- 24 -
2.3 Aktivierung und Musik	- 25 -
2.3.1 Wirkung von Musik auf kognitive Fähigkeiten	- 27 -
3 Psychophysiologische Parameter	- 29 -
3.1 Hautleitwert (elektrodermale Aktivität).....	- 30 -
3.2 Handtemperatur	- 32 -
3.3 Herzrate	- 32 -
3.3.1 Herzratenvariabilität.....	- 34 -
3.4 Muskelspannung (EMG).....	- 36 -
3.5 Atemfrequenz	- 37 -
3.6 Elektroenzephalogramm (EEG)	- 37 -
4 Raumvorstellung	- 40 -
4.1 Definition und Beschreibung der Raumvorstellung	- 40 -
4.1.1 Intelligenzstrukturmodelle von Spearman und Vernon.....	- 40 -
4.1.2 Thurstones Primärfaktoren	- 41 -
4.1.3 Guilfords „Structure of Intellect“-Modell	- 42 -
4.1.4 Gardners multiple Intelligenztheorie	- 42 -
4.1.5 Drei Raumvorstellungskategorien nach Linn und Petersen	- 43 -
4.1.6 Bearbeitungsstrategien räumlicher Aufgaben	- 44 -
4.1.7 Geschlechtsspezifische Unterschiede der räumlichen Vorstellungsfähigkeit	- 45 -

5	Planung und Durchführung	- 46 -
5.1	Versuchsplan	- 46 -
5.2	Versuchsort	- 47 -
5.3	Erhebungsinstrumente	- 48 -
5.3.1	<i>Der Endlosschleifentest (EST)</i>	- 48 -
5.3.2	<i>Die erhobenen Parameter</i>	- 49 -
5.4	Durchführung	- 55 -
5.4.1	<i>Musik</i>	- 57 -
6	Forschungshypothesen	- 58 -
7	Ergebnisse	- 59 -
7.1	Methodische Vorüberlegungen	- 59 -
7.1.1	<i>Fähigkeitsparameter</i>	- 59 -
7.1.2	<i>Verwendete statistische Verfahren</i>	- 61 -
7.1.3	<i>Versuchspersonen</i>	- 61 -
7.2	Überprüfung der Randomisierung	- 63 -
7.3	Unterschiede zwischen den Gruppen	- 64 -
7.4	Geschlechtsunterschiede	- 67 -
7.5	Psychophysiologische Daten	- 73 -
7.5.1	<i>Hautleitwert</i>	- 74 -
7.5.2	<i>Handtemperatur</i>	- 78 -
7.5.3	<i>Herzrate</i>	- 81 -
7.5.4	<i>Elektromyogramm (EMG)</i>	- 85 -
7.5.5	<i>Atemfrequenz</i>	- 88 -
7.5.6	<i>EEG – Elektroenzephalogramm</i>	- 91 -
7.6	Überblick der Ergebnisse	- 100 -
8	Interpretation und Diskussion	- 102 -
9	Zusammenfassung	- 105 -
	Literaturverzeichnis	- 108 -
	Tabellenverzeichnis	- 115 -
	Abbildungsverzeichnis	- 117 -
	Lebenslauf	- 118 -

Einleitung

Im Rahmen meiner Diplomarbeit wurde eine Replikation des „Mozart Effekts“ versucht, wobei die psychophysiologischen Parameter Hautleitwert, Handtemperatur, Herzrate, Atemfrequenz, die Muskelspannung der Stirn und die Gehirnwellen – erhoben über ein Elektroenzephalogramm (EEG) – als Indikatoren der Aktivierung von besonderem Interesse waren.

Beim so genannten „Mozart Effekt“ handelt es sich um ein empirisch-psychologisches Phänomen. Ausgangspunkt hierzu war eine Studie von Rauscher, Shaw und Ky (1993) zum räumlichen Vorstellungsvermögen, wobei das Hören der Klaviersonate KV 448 von Wolfgang Amadeus Mozart dieses signifikant verbesserte. Die Wirkung von Musik, insbesondere von klassischer Musik, wurde infolgedessen vermehrt als allgemein intellektuell förderlich angesehen. Diese Behauptungen hatten verschiedenste Untersuchungen zur Folge, welche aber zum Teil widersprüchliche Ergebnisse lieferten.

Im theoretischen Teil dieser Arbeit geht es um die Geschichte des Mozart Effekts, wobei verschiedene Studien und Erklärungsansätze beleuchtet werden.

Im darauf folgenden Abschnitt dieser Untersuchung steht das Thema Aktivierung und Leistung, sowie die erhobenen psychophysiologischen Parameter im Mittelpunkt des Interesses.

Ebenso beschäftigt sich die Arbeit mit dem Faktor Raumvorstellung als Bestandteil verschiedener Intelligenzmodelle bzw. deren Theorien. Passend zu dieser Thematik wird auch noch der Unterschied zwischen Männern und Frauen bei mentalen Rotationsaufgaben beleuchtet.

Im empirischen Teil wird das Kernthema der vorliegenden Arbeit, die Untersuchung von Leistungsunterschieden im räumlichen Vorstellungsvermögen und deren Effekte auf die Aktivierung im Zusammenhang mit dem Phänomen des Mozart Effekts erläutert und interpretiert.

Theoretischer Teil

1 Der Mozart Effekt

1.1 Zur Geschichte des Mozart Effekt

Das Phänomen „Mozart Effekt“ entstand im Jahr 1993 durch eine veröffentlichte Untersuchung der Wissenschaftler Rauscher, Shaw & Ky in der Fachzeitschrift *Nature*. Sie untersuchten die Beziehung zwischen dem Hören von klassischer Musik und räumlicher Vorstellungsfähigkeit. Rauscher et al. zeigten in ihrer Studie einen signifikanten positiven Einfluss einer Klaviersonate von Wolfgang Amadeus Mozart (KV 448; 1.Satz) auf die Leistung in einem Test über räumliches Vorstellungsvermögen.

An dieser Studie nahmen 36 College Studenten teil, welche Aufgaben aus der Stanford-Binet-Intelligenz-Skala (Thorndike, Hagen. & Sattler, 1986) lösen sollten. Bei den Aufgaben ging es um räumliches Schlussfolgern. Es handelte sich um drei Untertests, dem *Pattern Analysis* Test, dem *Matrices* Test und dem *Paper Folding and Cutting* Test. Die Versuchspersonen wurden in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe hörte die Mozartsonate aus dem Köchelverzeichnis (KV) 448 für zwei Klaviere in D-Dur für 10 Minuten. Die zweite Gruppe hörte eine Entspannungsmusik, ebenso für 10 Minuten. Die dritte Gruppe saß 10 Minuten in Stille.

Das Ergebnis, dargestellt in Stanford-Age-Scores (SAS), der einfaktoriellen Varianzanalyse war, dass die erste Gruppe deutlich bessere Ergebnisse in den Raumvorstellungsaufgaben aufwies, als die beiden anderen Gruppen. In der folgenden Abbildung 1 werden die Ergebnisse wiedergegeben.

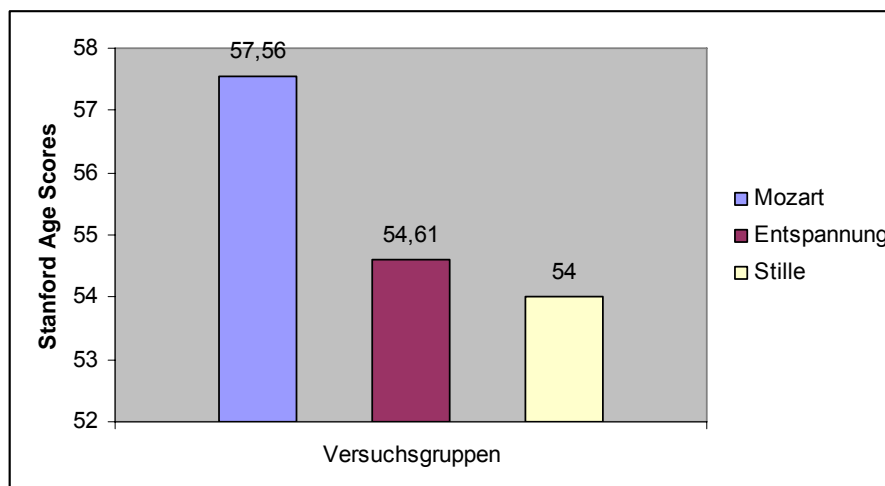


Abbildung 1 – Ergebnisse der Originalstudie von Rauscher et al. (1993), S.611

Sie gingen von der Annahme eines so genannten Trion-Modells aus, was bedeutet, dass sich im Gehirn das Musikhören und räumlich-zeitliches Denken die selben neuronalen Pfade teilen. Das Hören von Musik aktiviert oder intensiviert das Feuern von denselben kortikalen Neuronenmustern, wie die Prozesse bei räumlich-zeitlicher Vorstellung (Leng, Shaw & Wright, 1990).

Die Herzrate wurde vor und nach jeder Versuchsbedingung (Musik bzw. Stille) als Indikator für die Aktivierung gemessen, wobei eine zweifaktorielle Varianzanalyse keinen Zusammenhang zeigte. Daher schlossen die Forscher höhere Aktivierung als Grund für die bessere Leistung aus.

Außerdem wurde entdeckt, dass die Leistungssteigerung nach zehn bis fünfzehn Minuten wieder verschwand. Es handelte sich also um einen temporären Effekt. Daraus ergaben sich viele weitere Forschungsfragen für weitere Studien.

Auch 15 Jahre später ist der Mozart Effekt noch umstritten und immer wieder werden widersprüchliche Ergebnisse veröffentlicht. Auch heute herrschen noch viele Diskussionen rund um dieses Phänomen vor.

1.2 Studien zum Mozart Effekt

Rauscher et al. replizierten 2 Jahre später (1995) ihre Studie mit einem komplexeren Design, einer größeren Stichprobe (79 Studenten) und über mehrere Tage andauernd. Sie veröffentlichten ihre Ergebnisse in dem Artikel „*Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis*“. Auch dieses Mal zeigte sich in der Mozart-Gruppe ein besseres Ergebnis im Gegensatz zu den anderen Gruppen.

Die nachfolgenden Untersuchungen sollten zu einem besseren Verständnis der empirischen Daten beitragen. Auf der einen Seite wurde großen Wert auf die Differenzierung des kognitiven Bereichs gelegt, welcher durch die Musik beeinflussbar schien und auf der anderen Seite war die Einteilung und Charakterisierung des auditiven Treatmentmaterials wichtig, welches zu der Leistungsverbesserung in diesem Bereich führen könnte.

So ergab eine spätere Analyse der Daten der Originalstudie (1993) im Jahre 1998 von Rauscher et al., dass die Leistungssteigerung eigentlich nur in einem der drei Untertests der Stanford-Binet-Intelligenz-Skala (Thorndike et al., 1986) zu sehen war, nämlich im Paper Folding and Cutting Test. Ein Beispiel-Item aus diesem Untertest wird in Abbildung 2 dargestellt. In dem Test geht es darum, ob sich eine Person vorstellen kann, wie ein gefaltetes Papier, in das ein Muster geschnitten wird, später dann im aufgefalteten Zustand aussieht. Nur in diesem Test waren die Ergebnisse signifikant besser und nur dieser konnte wirklich die Raumvorstellungsfähigkeit messen.

Die beiden anderen Untertests, der *Pattern Analysis* Test und der *Matrices* Test messen andere Fähigkeiten und zeigten durch die Mozart Musik keine besseren Resultate (Rauscher & Shaw, 1998).

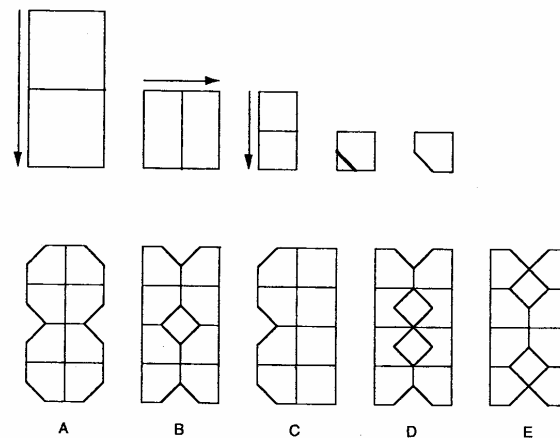


Abbildung 2 – Ein Beispiel-Item aus dem Paper Folding and Cutting Test (PF&C):

Folding: wird durch die Pfeile dargestellt, *Cutting:* durch die dicken Linien.

Die Versuchsperson muss unten nun das Produkt A, B, C, D oder E auswählen, welches aus den oben dargestellten Schritten entstanden ist. Bei diesem Beispiel ist Antwort B richtig.

Ebenso sollte geklärt werden, welchen Einfluss die Art der Musik, die zu solch einer Leistungssteigerung im zeitlich-räumlichen Vorstellungsvermögen führte, hat. Dazu wurde keine eigene Studie durchgeführt, sondern im Jahr 1998 verglichen Rauscher & Shaw Ergebnisse ihrer Forscherkollegen und versuchten so mögliche Erklärungsansätze für widersprüchliche Ergebnisse in ihrem Artikel „*The key components of the Mozart-Effect*“ zu liefern. Sie diskutierten dort, dass der Grund für die nicht signifikanten Ergebnisse die unterschiedliche Wahl der abhängigen Variablen und die unterschiedlichen Musik- und Kontrollbedingungen ist (Rauscher & Shaw, 1998).

Nantais & Schellenberg versuchten 1999 den Mozart Effekt, wie in der Originalstudie (Rauscher et al., 1993, 1995), zu replizieren und noch zu erweitern. Sie wollten feststellen, ob es sich wirklich um Musik von Mozart handeln muss, oder man diese auch durch ein anderes Musikstück ersetzen kann. An der Untersuchung nahmen 84 Versuchspersonen teil, von denen 56 an dem ersten Experiment teilnahmen und 28 am zweiten. Jeder Teilnehmer wurde dafür zwei Bedingungen zugeteilt, wobei diese nicht am selben Tag durchgeführt wurden. In der Mozart-Bedingung hörten die Versuchspersonen die Klaviersonate für zwei Klaviere von Mozart (KV 448) und erzielten auch bei dieser Untersuchung eine signifikant bessere Leistung bei den Raumvorstellungsaufgaben im Paper Folding and Cutting Test. Aber es zeigte sich ebenso eine Verbesserung der Leistung, wenn die Mozartsonate durch ein Stück von Schubert, der *Fantasia* für Klavier in F-Moll (D 940) ersetzt wurde. Die Leistung beider Musikbedingungen war besser im Gegensatz zu einer Kontrollgruppe, die in Stille saß. Die Ergebnisse werden in Abbildung 3 veranschaulicht.

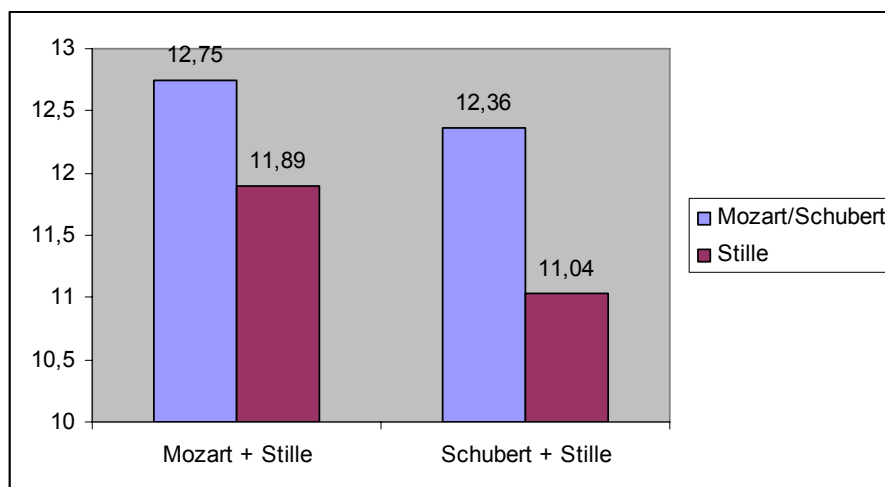


Abbildung 3: Ergebnisse des ersten Experiments von Nantais & Schellenberg (1999)

Nantais & Schellenberg (1999) schlossen daraus, dass der Effekt nicht auf die Mozart-Sonate im Speziellen zurückzuführen ist, sondern generalisiert werden kann auf angenehm empfundene Musik.

In einem zweiten Experiment hörte die Kontrollgruppe eine kurze Geschichte von Stephen King und daraufhin verschwand der Effekt. Es zeigte sich kein Leistungsunterschied. Die Mozartgruppe hatte einen Mittelwert von 13,00 (SD=3,80) und die Geschichtsgruppe einen Mittelwert von 12,93 (SD=2,91).

Es kristallisierte sich außerdem heraus, dass sich die Leistungen im räumlichen Vorstellungsvermögen dann verbesserten, wenn die Bedingung (Musik oder Geschichte) der Präferenz der Versuchsperson entsprach.

Diese Präferenz für eine Bedingung könnte begleitet worden sein von unterschiedlichen Stimmungen bzw. unterschiedlichen Aktivierungsniveaus (siehe Punkt 1.3) (Nantais & Schellenberg, 1999).

Rideout & Taylor führten 1997 eine Replikation des Mozart Effekts durch. Es nahmen 16 männliche und 16 weibliche Versuchspersonen an der Studie teil. Sie verglichen zwei Gruppen anhand der Leistungen im Paper Folding and Cutting Test, Items aus der Stanford-Binet-Intelligenz-Skala (Thorndike et al., 1986). Die Versuchsgruppe hörte 10 Minuten wieder die Mozartsonate vor dem Test und die Kontrollgruppe führte progressive Entspannungstechniken durch. Die Leistung im räumlichen Vorstellungsvermögen verbesserte sich zwar nur wenig, aber trotzdem signifikant in der Gruppe mit der Mozartsonate (Rideout & Taylor, 1997).

Auch in der Studie von Rideout, Dougherty & Wernert (1998) schnitt wieder die Mozartgruppe signifikant besser ab als die Kontrollgruppe mit Entspannungstechniken. An der Studie nahmen insgesamt 16 Versuchspersonen teil und diese sollten ebenfalls Aufgaben aus dem Paper Folding and Cutting Test lösen, um das räumliche Vorstellungsvermögen in den Gruppen vergleichen zu können. Bei dieser Untersuchung gab es noch eine zusätzliche Versuchsgruppe, welche ein Musikstück hörte, das in seiner Charakteristik ähnlich zur Mozartsonate war. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass Musik, welche ähnlich zu Mozart ist, ebenso das Gehirn für räumliches Vorstellungsvermögen vorbereiten kann, Entspannung aber nicht (Rideout, Dougherty & Wernert, 1998).

Die Wissenschaftler Wilson & Brown (1997) versuchten den Mozart Effekt mit besonderer methodischer Sorgfalt zu wiederholen. Es gab bei dieser Untersuchung drei verschiedene Hörbedingungen, die jeweils 10 Minuten dauerten. Die erste Musikbedingung war ein Ausschnitt aus der Mozart-Klaviersonate Nr. 23 in A-Dur, die zweite Musikbedingung war eine einfache, anspruchslose Entspannungsmusik und die Kontrollgruppe saß die Zeit über in Stille. Man wollte mit der komplexen Mozartmusik bestimmte Gehirnnareale ansprechen, dass diese leistungsfähiger

werden. Durch den Gegensatz mit der Entspannungsmusik versuchte man diese Vermutung zu prüfen. Die Versuchspersonen, die Mozart hörten, konnten tatsächlich mehr Testaufgaben lösen und machten weniger Fehler. Aber auch die Gruppe mit der Entspannungsmusik konnte sich etwas verbessern, daher kann man laut den Autoren nicht uneingeschränkt von einem Mozart Effekt sprechen (Wilson & Brown, 1997).

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Ivanov & Geake (2003). An ihrer Untersuchung nahmen 76 Schüler, 34 männliche und 42 weibliche, im Alter zwischen 10 bis 12 Jahren im normalen Schulsetting teil. Es gab zwei Versuchsgruppen und eine Kontrollgruppe. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass es einen Mozart Effekt gibt, wobei die zweite Versuchsgruppe mit Musik von Bach ebenso ein besseres Ergebnis erzielte. Die Kontrollgruppe war hier aber nicht absoluter Stille ausgesetzt wie in der Originalstudie, sondern den natürlichen Hintergrundgeräuschen der Schule. Aber die Kontrollgruppe zeigte keine Leistungssteigerung im Paper Folding and Cutting Test. Die Kinder wurden in den Versuchsgruppen anders als in der Originaluntersuchung die gesamte Bearbeitungszeit über mit der Musik beschallt. Es wurde auch noch die musikalische Begabung mittels Fragebogen erhoben, wobei dieser keinen Einfluss auf die Leistungen im Paper Folding and Cutting Test hatte. Außerdem wurde in dem Artikel die Hypothese erstellt, dass es dann zu einer Leistungssteigerung kam, wenn die Schüler die Musik auch genossen und mochten. Dies dürfte einen starken Erklärungsanteil des Mozart Effekts auch in dieser Studie haben (Ivanov & Geake, 2003).

Daher waren die Erklärungsansätze von großem Interesse und wurden infolgedessen in weiteren Studien und Untersuchungen genauer hinterfragt.

1.3 Erklärungsversuche des Mozart Effekts

Es gibt drei Ansätze zur Diskussion bei der Klärung des Mozart-Effekts:

1.3.1 Die neuronale Ebene

Auf der einen Seite gibt es die „neurologische“ Argumentation.

Die Basis für diese Theorie entstand durch das Trion-Modell von Leng, Shaw & Wright (1990). Das Modell beruht auf dem Mountcastle-Organisationsprinzip, der grundlegenden Vernetzung der Neurone in der Großhirnrinde. Bei komplexen kognitiven Abläufen entsteht ein Zusammenspiel der Erregungen von mehreren Teilbereichen, das sich dann über mehrere Regionen der Großhirnrinde ausbreitet. Das Modell erklärt das Zustandekommen von räumlich-zeitlicher Symmetrie. Leng & Shaw beleuchten in einer weiteren Studie 1991, wie Musik die Aktivierung in der Großhirnrinde ordnet und verbessert.

Rauscher et al. (1995) unterstützten die Trion-Modell-Theorie mit ihrer Studie.

Die nachfolgenden neurologischen Studien von Rideout & Laubach (1996) zeigten im EEG und in der Leistung der Personen einige interessante Ergebnisse. An der Studie nahmen 4 männliche und 4 weibliche Versuchspersonen im Alter zwischen 19 und 22 teil. Es wurden zwei Gruppen gebildet. Die Kontrollgruppe hörte 10 Minuten eine progressive Entspannungs-Kassette und die Versuchsgruppe hörte die Mozartsonate KV 448 für zwei Klaviere in D-Dur für 10 Minuten. Beide Gruppen sollten, wie in der Originalstudie von Rauscher et al. (1993), Aufgaben aus dem Paper Folding and Cutting Test bearbeiten, welche aus der Stanford-Binet-Intelligenz-Skala (Thorndike et al., 1986) stammen. Zusätzlich wurden noch einige äquivalente Items kreiert, welche den Items aus der Stanford-Binet-Skala entsprachen. Die Leistung im Raumvorstellungsvermögen verbesserte sich signifikant in der Mozartgruppe, nicht aber in der Kontrollgruppe. Jedoch räumen die Autoren ein, dass dies auch an der kleinen Stichprobe liegen könnte. Es wurden außerdem einige Korrelationen zwischen speziellen EEG-Variablen und der Veränderungen in der Leistung gefunden. Es gab Unterschiede im Zustand des Gehirns bei den Versuchspersonen mit besseren Leistungen in Kombination mit der Musik im Vergleich zur Kontrollgruppe. Generell wurde eine niedrigere Alpha-Frequenz und eine höhere Beta-Frequenz in Zusammenhang mit besserer Leistung im räumlichen Vorstellungsvermögen gefunden.

1.3.2 Die Aktivierungs-Stimmungs-Hypothese

Ein weiterer Diskussionspunkt ist die Aktivierungs-Stimmungs-Argumentation. Steele, Bass & Crook (1999) stellten die Hypothese auf, dass Musik die Stimmung einer Person verändert und diese dann die Leistung bei räumlich-zeitlichen Aufgaben beeinflusst. An der Studie nahmen 42 Männer und 83 Frauen teil, welche wieder Aufgaben aus dem Paper Folding and Cutting Test bearbeiteten, die aus der Stanford-Binet-Intelligenz-Skala (Thorndike et al., 1986) stammten. Die Versuchspersonen hörten Mozart, was als lebendig und glücklich eingestuft wurde, und eine Musik, die als unschön eingestuft wurde. Ebenso wurde eine Kontrollgruppe Stille ausgesetzt. Die Ergebnisse wurden in dem Artikel „*The Mystery of the Mozart Effect: Failure to Replicate*“ veröffentlicht und es zeigten sich keine Unterschiede in der Raumvorstellungsleistung, nur dass sich die Personen nach der unschönen Musik selbst eher als verärgert und angespannt beschrieben. Die Ergebnisse werden nachfolgend graphisch in Abbildung 4 dargestellt.

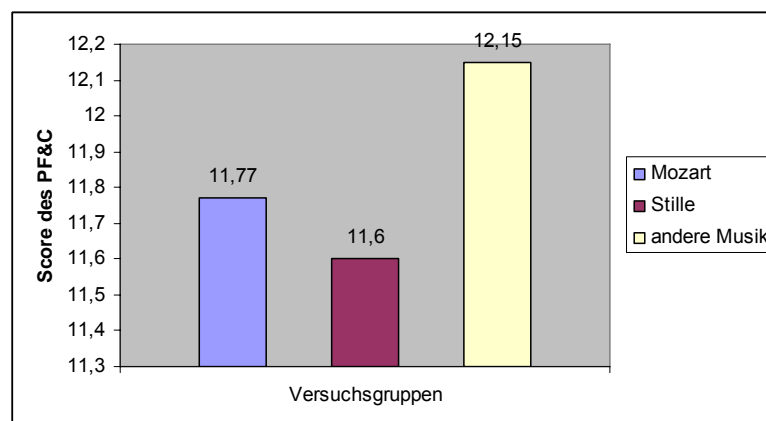


Abbildung 4 – Ergebnisse der Studie von Steele, Bass & Crook (1999a)

Steele (2000) kritisierte die neuronale Basis in dem Artikel „*Arousal and Mood Factors in the „Mozart Effect“*“. Seiner Meinung nach ist es nicht richtig Entspannungstechniken in der Kontrollgruppe anzuwenden, da diese die Aktivierung senken und die Stimmung verändern. Dies könnte beispielsweise die Ursache für die ausbleibende Verbesserung der Leistung im Raumvorstellungsvermögen in den Studien von Rideout et al. (1997, 1998) sein. Außerdem bezieht sich Steele in dem Artikel auf Ergebnisse aus Studien, in denen es um den Einfluss der Stimmung auf die kognitive Leistungen geht (Kenealy, 1997). Er selbst verzichtet aber auf die empirische Prüfung dieser Hypothese.

Thompson, Schellenberg & Husain (2001) untersuchten verschiedene Stimmungs- und Aktivierungsfaktoren bei der Entstehung des Mozart Effekts. Die Studie befasste sich daher mit der Hypothese, dass Musik die Stimmung und die Aktivierung beeinflusst, was wiederum auf die Raumvorstellungsleistung wirkt. Sie nannten diese These „arousal-mood-model“.

Es nahmen 24 Versuchspersonen teil, welche selbst ihre Aktivierung und ihre Stimmung in drei verschiedenen Fragebögen (POMS Arousal, POMS Mood und Subjective Mood) beurteilten, bevor und nachdem sie entweder 10 Minuten die anregendere Mozart-Klaversonate KV448 in Dur bzw. 10 Minuten das traurigere Adagio von Albinoni in Moll gehört hatten. Am Ende sollten die Personen noch anhand einer 7-stufigen Skala einstufen, wie sehr sie die Musik genossen hatten. Alle Versuchspersonen wurden außerdem noch in einer Stille-Bedingung getestet, um die Ergebnisse gegenüber stellen zu können.

Die Leistungen der Personen der beiden Musik-Gruppen im Paper Folding and Cutting Test aus der Stanford-Binet-Intelligenz-Skala (Thorndike et al., 1986) wurden mit der Stille-Bedingung verglichen. Die Ergebnisse dieser Studie waren, dass die Personen in der Gruppe mit der Mozartmusik ihre räumlich-visuelle Leistung steigern konnten, nicht aber die Personen in der Albinoni-Gruppe (Thompson, Schellenberg & Husain, 2001).

Die nachfolgende Abbildung 5 veranschaulicht die Ergebnisse:

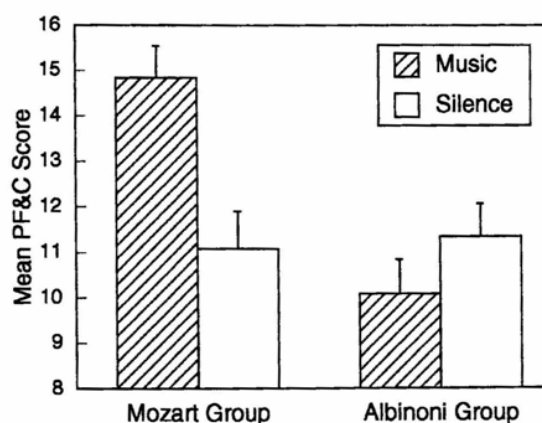


Abbildung 5 – Mittelwerte der Teilnehmer im Paper Folding and Cutting Test (PF&C) nachdem sie in Stille saßen oder Musik hörten. Eine Hälfte der Probanden hörte Mozart, die andere Albinoni. (Thompson, Schellenberg & Husain, 2001), S.249

Ebenso waren die Aktivierung und die Stimmung in der Mozart-Gruppe höher bzw. besser als in der Albinoni-Gruppe. Die Ergebnisse in den Fragebögen zu positiver Stimmung und Aktivierung fielen deutlich höher aus.

Die folgende **Abbildung 6** verdeutlicht besonders, wie auffallend der Aktivierungsfaktor beim Zustandekommen des Effekts war. Dies stützte die Annahme einer Stimmungs-Aktivierungs-Hypothese:

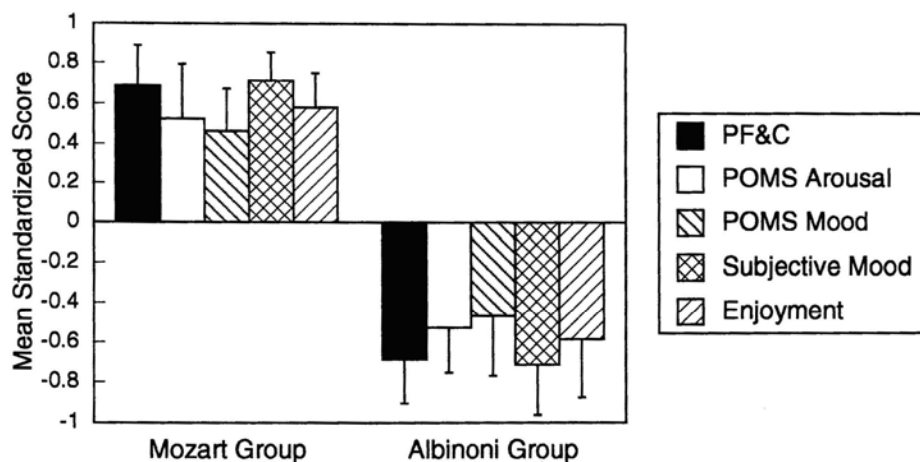


Abbildung 6 - Mittelwerte der Teilnehmer in fünf Fragebögen bezüglich ihrer Stimmung und Aktivierung. (Thompson, Schellenberg & Husain, 2001), S.250

Die Scores werden für den Paper Folding and Cutting-Test (PF&C) dargestellt, sowie für die folgenden Tests: Profile of Mood States (POMS) für Arousal and Mood, Subjective Mood und Enjoyment.

Husain, Thompson & Schellenberg (2002) untersuchten die Effekte des Tempos und des Tongeschlechts auf die Stimmung, die Aktivierung und die Raumvorstellung. Es gab vier Versionen der Musik: schnell oder langsam bzw. in Dur oder Moll. An der Studie nahmen 36 Versuchspersonen teil. Ihre Leistung im Raumvorstellungsvermögen im Paper Folding and Cutting Test war besser bei der schnellen Musik und wenn sie in Dur vorgespielt wurde. Das Tempo beeinflusste nur die Aktivierung, nicht die Stimmung, wobei im Gegensatz dazu die Dur- oder Moll-Vorgabe nur die Stimmung beeinflusste. Diese Ergebnisse decken sich mit den Annahmen, dass der Mozart Effekt eine Konsequenz der Aktivierungs- und der Stimmungsänderung ist und werden in der folgenden **Abbildung 7** dargestellt.

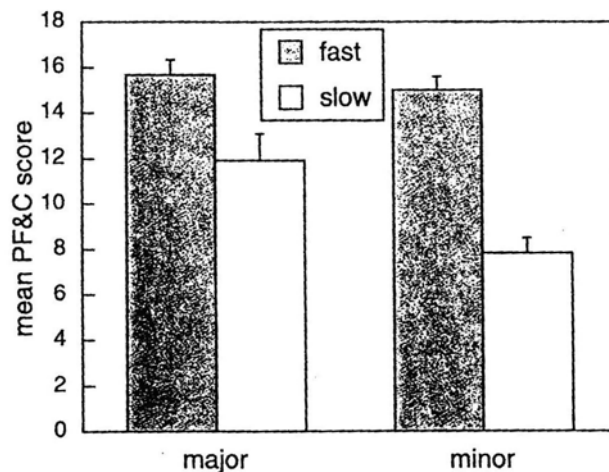


Abbildung 7 – Mittelwerte der Scores der Versuchspersonen im Paper Folding and Cutting-Test, in Abhängigkeit von Tempo (fast = schnell, slow = langsam) und Tongeschlecht (major = Dur, minor = Moll), S.160.

Gonzalez, Smith, Stockwell & Horton schrieben in ihrem Artikel 2003 über den so genannten „*Arousal Effect*“, der sie zu einer alternativen Interpretation des Mozart Effekts brachte. Die Stichprobe bestand aus 54 Schulkindern. In ihrer Untersuchung gab es zwei Versuchsgruppen und eine Kontrollgruppe, die in Stille saß. Die eine Versuchsgruppe hörte Mozart und die andere spielte aktive Spiele (z.B. Ballspiele, oder machte „Hampelmänner“,...). Die Raumvorstellungsfähigkeit wurde in dieser Untersuchung anhand des altersspezifischen Cognitive Abilities Test erhoben. Die Stimmung wurde mittels Fragebogen erfasst, in welchem die Kinder acht Emotionen zur Auswahl hatten.

Das Ergebnis des Tests zum räumlichen Vorstellungsvermögen war, dass die aktive Gruppe besser abschnitt als die Mozart-Gruppe, wobei aber beide noch besser waren als die Kontrollgruppe. Es wird angenommen, dass die erhöhte Aktivierung, bzw. die positive Aktivierung, der Grund für die bessere Leistung im räumlich-zeitlichen Vorstellungsvermögen ist.

Die Annahme ist, dass so die Aufmerksamkeit gesteigert wird und sich dadurch eben auch die Raumvorstellungsleistung verbessert. In der Diskussion wird erwähnt, dass es zwar keine objektive Messung der Aktivierung gab, aber die körperliche Bewegung lässt darauf schließen, dass es zu einem erhöhten Aktivierungslevel kam.

1.3.3 Präferenzen

Die dritte Hypothese ist die Präferenz-Argumentation.

Nantais & Schellenberg (1999) meinten, dass die Leistung im Raumvorstellungstest das Resultat eines bevorzugten Stimulus sein könnte. Die 84 Personen hörten entweder Mozart, Stille oder eine Geschichte von Stephen King. Die Leistungen waren höher, wenn die Versuchspersonen die Bedingung auch bevorzugten (Nantais & Schellenberg, 1999).

Eine andere Untersuchung wurde von McKelvie & Low (2002) durchgeführt. Es wurden Volksschulkinder getestet mit folgenden Bedingungen: Mozart, Entspannungstechniken und ein Lied der Gruppe Aqua, bei dem die Forscher davon ausgingen, dass die Kinder dieses bevorzugen würden. Die Ergebnisse zeigten, dass die Leistungen in der Raumvorstellung bei der Aqua-Bedingung besser waren, als bei den anderen beiden. Bei einer zweiten Studie kam man zu denselben Ergebnissen. Daher meinten die Autoren, dass die bevorzugten Stimuli die Leistung bei räumlich-zeitlichen Aufgaben verbessern (McKelvie & Low, 2002).

Caldwell & Riby veröffentlichten 2006 ihre Studie über das Faktorenzusammenspiel von Genre-Präferenz und der eigentlichen Musikwirkung auf visuelle Leistungen. Dazu wurden ereigniskorrelierte Potentiale (EKP) ermittelt. Diese werden von Birbaumer & Schmidt (1999) folgendermaßen definiert: „Unter ereigniskorrelierten Hirnpotentialen (EKP) verstehen wir alle elektrokortikalen Potentiale, die vor, während und nach einem sensorischen, motorischen oder psychischen Ereignis im EEG messbar sind.“ (Birbaumer & Schmidt, 1999, S.496)

In der Untersuchung von Caldwell & Riby wurden die EKPs von 16 Versuchspersonen in zwei Gruppen erhoben. Die eine Gruppe bestand aus professionellen klassischen Musikern und die andere Gruppe aus Rockmusikern. Diese Gruppen mussten visuelle Aufgaben lösen und wurden dabei entweder der Musik des eigenen Genres ausgesetzt, oder der Musik des anderen Genres. Zwei EEG-Amplituden waren von besonderem Interesse: die N2-Amplitude, welche bei Vergleichsprozessen eines ankommenden Reizes mit den vorher gespeicherten Reizen auftreten und die P3-Amplituden, welche wiederum mit einer unspezifischen Erwartungsaktivierung in Verbindung gebracht werden. Sie treten nach allen

aufgabenrelevanten Reizen auf, die eine vorher aufgebaute Erwartung verletzen (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Die Ergebnisse deuteten bei den P3-Amplituden auf einen Zusammenhang bei den jeweils eigenen Genre-Bedingungen und dem Vergleich der visuellen Stimuli hin. Die eigene Genre-Präferenz zeigte sich in einer Reduktion der P3-Amplitude, wenn die klassischen Musiker der klassischen Musik ausgesetzt waren und ebenso, wenn die Rockmusiker der Rockmusik ausgesetzt wurden. Der kognitive Aufwand des Vergleichs fiel in diesen beiden Bedingungen geringer aus. Und es zeigten sich in den Ergebnissen eher N2-Amplituden beim Hören von klassischer Musik in beiden Gruppen.

Die Autoren Caldwell & Ridy folgerten, dass durch die klassische Musik eine Art Voraktivierung der Aufmerksamkeit passiert und dass Musik, die bevorzugt wird, kognitives Arbeiten erleichtert (Caldwell & Riby, 2006).

Jones, Stephen & Estell (2006) wollten die drei populären Hypothesen gemeinsam betrachten, welche den Mozart Effekt zu erklären versuchen:

1. die „Priming-Theorie“: die Mozartmusik beeinflusst die neuronalen Bahnen des räumlichen Vorstellungsvermögens (Leng & Shaw, 1991),
2. die „Arousal-Mood-Theorie“: die Mozartmusik erhöht die Stimmung und die Aktivierung (Thompson et al., 2001) und
3. die „Präferenz-Theorie: die Präferenz der Stimuli hat einen Einfluss auf die Leistung (Nantais & Schellenberg, 1999).

41 College Studenten bearbeiteten einen Subtest, den Paper Folding and Cutting Test der Stanford-Binet-Skala (Thorndike et al., 1986), welcher die Raumvorstellung misst und sie mussten angeben, wie munter sie sich fühlten. Außerdem wurden sie zu ihren Präferenzen befragt. Es gab eine Versuchsgruppe mit Mozart und eine Kontrollgruppe mit Stille.

Die Ergebnisse zeigten einen positiven Effekt der Mozartmusik, wobei die Aktivierung damit signifikant zusammenhing. Die Personen in der Mozart Gruppe schätzten sich selbst ein und schrieben sich höhere Wachheit zu. Die Autoren folgerten daraus, dass die Mozart Musik keinen direkten Einfluss hat, sondern dass der Anstieg der Aktivierung die Leistung verbessern kann. Ein Effekt der Präferenz konnte nicht

nachgewiesen werden, genauso wenig wie ein Zusammenhang zwischen der Aktivierung und der Musikpräferenz.

Zusammenfassend konnten die Autoren in ihrer Studie nur die „Arousal-Mood-Theorie“ bekräftigen, nicht aber die beiden anderen (Jones, Stephen & Estell, 2006).

1.4 Fehlgeschlagene Replikationsversuche

Es entstanden heftige Diskussionen über die Ergebnisse von Rauscher et al. (1993, 1995). Die Methoden und die zugrunde liegenden Hypothesen zum Mozart Effekt wurden vielfach kritisiert.

Schon kurze Zeit später lieferten einige Forscherteams widersprüchliche Ergebnisse (z.B. Keanely & Monsef, 1994 oder Stough, Kerkin, Bates & Mangan, 1994).

Aber das Problem bei vielen nachfolgenden Untersuchungen war, dass nicht nur das räumlich-visuelle Vorstellungsvermögen gemessen wurde, sondern die allgemeine Intelligenz. Und dies war nicht im Sinne der Originalstudie.

Newman und sein Forscherteam verwendete beispielsweise einen Test, der nicht speziell die Raumvorstellung misst (Ravens Progressive Matrices-Advanced Form, 1986) und konnte daher den Mozart Effekt nicht replizieren. Außerdem waren in dieser Untersuchung aufgrund des Designs Lerneffekte nicht auszuschließen.

Steele, Ball & Runk (1997) konnten den Mozart Effekt ebenso nicht mehr zeigen, genauso wie Steele, Brown & Stoecker (1999). Steele veröffentlichte insgesamt sechs Studien zu diesem Thema (Steele, Ball & Runk, 1997, Steele, Bass & Crook, 1999, Steele, Brown & Stoecker, 1999, Steele, 2000, Steele, 2001, Steele, 2003) und zählt damit zu einem der schärfsten Kritiker.

Steele, Bass & Crook (1999) verweisen beispielsweise in dieser Untersuchung auf einen erheblichen Einfluss der Stimmung.

Auch Twomey & Esgate untersuchten 2002 den Mozart Effekt bei Musikern und Nicht-Musikern. Es zeigten sich Unterschiede in der kognitiven Leistung: die Musiker erzielten bessere Ergebnisse in den Raumvorstellungsaufgaben als die Nicht-Musiker (Twomey & Esgate, 2002).

1.5 Zusammenfassung und Ausblick

Der Mozart Effekt wurde auch populärwissenschaftlich dargestellt, insbesondere in den Büchern von Don G. Campbell (2000). Darin wird behauptet, dass die allgemeine Intelligenzentwicklung von Kindern durch Beschallung mit klassischer Musik positiv beeinflusst werden könne.

In einigen Studien wurde daher eher die Hypothese geprüft, ob das Hören der Mozartsonate die allgemeine Intelligenz beeinflusst. In Folge dessen verwendeten die Forscher dann abhängige Variablen, die nicht, oder nicht nur das räumlich-zeitliche Vorstellungsvermögen testeten. Es fanden weiters auch Aussagen wie „Mozart-Musik wirkt bereits auf das ungeborene Kind“ in der Gesellschaft weite Verbreitung.

Dieses und andere Probleme versuchten die Forscher Chabris, Steele & Rauscher, 1999, mit ihren Teams in dem Artikel „*Prelude or requiem for the „Mozart effect“?*“ in der Zeitschrift Nature zu verdeutlichen. In dieser Metaanalyse wurden die Auswirkungen der Mozart- und der Stillebedingungen auf die kognitive Leistung bei den bis zu diesem Zeitpunkt veröffentlichten Untersuchungen zum Mozart Effekt untersucht. Viel Kritik übte Chabris an den Methoden und der Durchführung. Er betonte, dass jede kognitive Steigerung aufgrund der Mozartmusik nur sehr gering war. Diese Steigerung brachte keine Veränderung des Intelligenzquotienten mit sich und auch keine Veränderung der allgemeinen Fähigkeit des schlussfolgernden Denkens

Es wurden 20 Datensätze und 714 Versuchspersonen miteinbezogen. Die berechneten Effektgrößen zeigten keinen sichtbaren Effekt, wobei bei diesen Daten nicht immer dieselben kognitiven Fähigkeiten gemessen wurden. Wenn man nur Ergebnisse von räumlich-zeitlichen Testungen hernimmt, wird der Effekt etwas größer. Chabris betont daher, dass durch die Musik von Mozart nur eine sehr spezifische kognitive Komponente beeinflusst werden kann – wenn überhaupt (Chabris, 1999).

Ebenso verfasste auch Jenkins 2001 eine theoretische Zusammenfassung über Studien, die viele Jahre versuchten, den Mozart Effekt zu erforschen und auch teilweise widersprüchliche Ergebnisse lieferten. Folgende Autoren der

Forschungsarbeiten wurden betrachtet: Rauscher et al., 1993, 1995; Newman et al., 1995; Steele et al., 2000; Rideout & Laubach, 1996, u.v.m.

So zeigt auch beispielsweise ein Artikel im Kurier vom 25. September 2008, dass dieses Thema in verschiedenster Weise Verbreitung fand. Wobei hier kein direkter Zusammenhang zum Mozart Effekt besteht, zeigt es nur, dass es den Mythos um Mozarts Musik und dessen unterschiedliche Wirkungen gibt. In Oberösterreich befindet sich ein Zuchtbetrieb für Kühe und Rinder, in dem die Tiere morgendlich und abendlich mit Mozarts Adagio und der Kleinen Nachtmusik insgesamt 30 Minuten beschallt werden. Die klassische Musik soll die Tiere entspannen und für besseres, zarteres Fleisch sorgen. Anton Riepl, der das Mozartrind entwickelte, ist der Meinung, dass diese Art von Musik beruhigt und sich weniger Stress direkt auf eine bessere Fleischqualität der Tiere auswirkt. Seine guten Verkaufszahlen und Auszeichnungen scheinen ihm Recht zu geben!? (Kurier vom 25.9.2008)

Der Mozart Effekt lässt sich vermutlich nicht auf eine einzige Theorie beschränken. All diese Studien zeigen, dass sich dieser Effekt nur durch ein komplexes Zusammenspiel vieler Faktoren erklären lässt. Vorrangig von positiven Stimmungen und kortikalen Erregungen.

Im folgenden Kapitel soll daher näher auf die Aktivierung und die Wirkung von Musik eingegangen werden.

2 Aktivierung

2.1 Zum Begriff Aktivierung

Aktivierungsvorgänge sind psychophysiologische Anregungsprozesse, die durch ein höheres Energieniveau gekennzeichnet sind und dem Individuum dadurch erhöhte Leistungsfähigkeit ermöglichen. Aktivierung ist ein Grundprozess des Körpers und dient dem adäquaten Reagieren auf innere und äußere Anforderungen. Unter Aktivierung versteht man somit Veränderungswerte. Schandry (1996) weist darauf hin, dass es sowohl im deutschsprachigen Raum, als auch im englischsprachigen Raum keine einheitliche Nomenklatur gibt. Die englischen Begriffe „arousal“ bzw. „activation“ können noch am ehesten mit Aktivierung, also dem Prozess der Veränderung, gleichgesetzt werden. (Schandry, 1996). Es ist also die Freisetzung von Energie gemeint, die in den verschiedenen physiologischen Systemen als Vorbereitung auf eine Aktivität dient (Duffy, 1972, zitiert nach Huber, 2008).

Pribham & McGuinness (1975, zitiert nach Vossel & Zimmer, 1998) verstehen unter Aktivierung eine motorische und kognitive Vorbereitung, die dann zu erhöhter Reaktionsbereitschaft führt. Sie dient nach ihrer Auffassung zur Fokussierung der Aufmerksamkeit, zur Auslösung von Orientierungsreaktionen sowie zur unmittelbaren Verhaltenskontrolle (Vossel & Zimmer, 1998).

Zur Messung der psychophysiologischen Aktivierung ist es nicht ausreichend, nur einzelne Kennwerte zu erheben. Die Erfassung mehrerer Komponenten ist notwendig. Fahrenberg et al. (1979, zitiert nach Schandry, 1998) schlägt aufgrund von umfassenden Studien folgende acht Leitvariablen zur Aktivierungsmessung vor: subjektiv erlebte Anspannung, die Herzfrequenz (Mittelwert), die Pulsvolumenamplitude (Mittelwert), die Spontanfluktuation der Hautleitfähigkeit (Anzahl in zwei Minuten), das EEG (Mittelwert der relativen Power im Bereich der Alphafrequenz), das Elektromyogramm (mittlere Anspannung des Stirnmuskels), die Lidschlagfrequenz (Anzahl pro Minute) und Atemform (Schandry, 1998).

Fahrenberg betont die Notwendigkeit einer multivariaten Vorgangsweise in der Aktivierungsmessung. Welche Variablen aber dann letztendlich gewählt werden,

hängt natürlich von der Fragestellung ab. Nach Fahrenberg (1995, zitiert nach Huber, 2008) versteht man unter psychophysischen Aktivierungsprozessen universelle organismische Vorgänge, welche sich einerseits auf Zustände und andererseits auf Zustandsänderungen beziehen können. Diese treten unter psychischen und/oder physiologischen Bedingungen auf und können entweder durch psychologische oder durch physiologisch-biochemische Variablen erklärt werden. Aktivierung meint im Allgemeinen eine Zustandsänderung. Im Gegensatz dazu bedeutet Aktiviertheit einen relativ stabilen Zustand, der durch Ruhe- oder Belastungswerte beschrieben werden kann (Huber, 2008).

Aktivierungsforschung wird in der klinisch-psychologischen Grundlagenforschung gerne eingesetzt, ist aber apparativ sehr aufwändig und erfordert eine non-invasive Erfassung der verschiedenen Biosignale. Die Untersuchung von Aktivierungszuständen erlaubt eine „Innenansicht“ einer Person (Huber, 2008).

Es können beispielsweise die Herzschlagfrequenz, der Blutdruck und die Hautleitfähigkeit bei verschiedenen Personen unterschiedlich auf eine Anregung ansprechen (Vossel & Zimmer, 1998).

Die *Formatio reticularis*, eine Struktur im Hirnstamm, besitzt eine wesentliche Rolle bei allen neurophysiologischen Mechanismen der Aktivierung. Reize aus der Peripherie bewirken eine Anregung der *Formatio reticularis* und diese führt wiederum zu einer unspezifischen Erregung der Großhirnrinde (Schandry, 1996).

Die Bedeutung der Retikulärformation für das Verhalten beruht auf ihrer Funktion als aktivierendes und deaktivierendes Zentrum. Außerdem werden Leistungen wie das Atmen, Schlucken, Kreislaufregulation und wie schon erwähnt, die Steuerung des allgemeinen Aktivitätsniveaus von dieser Struktur gesteuert. Man nimmt an, dass von hier aus die Dynamik der Einatmung und der Ausatmung gesteuert werden (Schandry, 2006).

Die *Formatio reticularis*, sensorische Zuflüsse, die aufsteigenden Bahnen, der Hypothalamus und Thalamus gehören zu den Strukturen der Aktivierung und werden als aufsteigendes retikuläres Aktivierungssystem (ARAS) zusammengefasst (Lindsley, 1970, zitiert nach Schandry, 1996).

Die retikuläre Formation des Hirnstammes hat vor allem drei Funktionen:

- Generierung der tonischen (lang anhaltenden) Wachheit.
- Einfluss auf die Muskulatur, vor allem die tonische (lang anhaltende) Anspannung
- Verstärkung oder Abschwächung der Aufnahme und Weiterleitung sensorischer und motorischer Impulse (Birbaumer & Schmidt, 1999).

2.1.1 Orientierungsreaktion

Als Spezialfall der Aktivierung kann die Orientierungsreaktion (OR), ein Reflex, gesehen werden. Diese beinhaltet die Hinwendung der Aufmerksamkeit auf neue Reize. Der Auslöser einer OR ist eine Veränderung im Reizfeld eines Menschen (Schandry, 1998).

Sowohl die Intensität der Aufmerksamkeitszuwendung, als auch die der Reaktionsvorbereitung hängt von einem Vergleichsprozess zwischen ankommenden Reizmustern und den im Langzeitgedächtnis gespeicherten Modellen des Reizes ab. Somit löst jede Abweichung von einem Modell eine Orientierungsreaktion aus. Die Intensität einer OR ist proportional zum „Grad der Neuheit“ (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Folgende Kriterien kennzeichnen eine OR:

- Die Reaktion ist auf *neue* Reize sensitiv.
- Die Reaktion habituiert und nimmt im Ausmaß ab.
- Die OR sollte etwa gleich groß sein beim Auftreten eines neuen Reizes sowie beim plötzlichen Ausbleiben eines erwarteten Reizes.
- Wenig intensive Reize, also in Schwellennähe, lösen eine OR aus. Reize mit hoher Intensität lösen eine Defensivreaktion aus, wobei Reize mit einer sehr hohen Intensität einen Schreckreflex auslösen.

Folgende Prozesse gehören zu den Komponenten des Verhaltensmusters einer OR (Schandry, 1998):

- Aufmerksamkeitszuwendung
- Hautleitfähigkeitserhöhung
- Absinken der Herzrate

- Verengung der peripheren Blutgefäße
- Erweiterung der Kopfgefäße
- Alpha-Blockade des EEG

Der Verlauf der Herzrate ist beispielsweise ein gutes Maß der OR. Wenige Sekunden nach einem Reiz sollte diese sinken. Wenn sie nach einem Reiz mit sehr hoher Intensität ansteigt, wird dieser Effekt als Defensivreaktion charakterisiert (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Die Amplituden dieser phasisch ablaufenden Reaktionen werden immer geringer, wenn die Reize wiederholt auftreten. Am Ende ist dann schließlich keine Reaktion mehr zu sehen (Schandry, 1998).

Wird ein Reiz identisch wiederholt dargeboten, kommt es zur Habituation. Das bedeutet, dass sich die Intensität einer OR verringert und die Reaktionsrate nimmt ab (Birbaumer & Schmidt, 1999).

2.2 Aktivierung und Leistung

Leistung ist das Ergebnis einer Aktivität, um eine Anforderung zu erfüllen. Man unterscheidet die physische von der psychischen Leistung. Psychische Leistungen werden kognitiv oder emotional erbracht (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Im Allgemeinen kann man sagen, dass von einem erhöhten Anregungszustand aus mehr Leistung erbracht werden kann. Maximale Aktivierung führt aber nicht folglich zur besten Leistung. Bei sehr starker Anregung des zentralen und autonomen Nervensystems und damit die Zunahme beispielsweise der Muskelspannung und der Herz-Kreislauf-Aktivität können eine optimale Aufgabenbearbeitung stören. Dem gegenüber wirkt sich eine niedrige Aktivierung vor allem negativ auf die Motivation aus.

Es wird somit ein umgekehrt u-förmiger Zusammenhang zwischen Aktivierung und Leistung angenommen (Yerkes-Dodson-Regel). Dieses besagt, dass wenn das Aktivierungsniveau zu niedrig oder zu hoch ist, wird die Leistung beeinträchtigt. Demnach führt ein mittleres Maß an Aktivierung zu bestmöglicher Leistungsfähigkeit. Schandry (1996) weist jedoch darauf hin, dass diese Darstellung jedoch sehr vereinfacht wurde, denn es müssen viele verschiedene Faktoren berücksichtigt

werden. Beispielsweise haben kognitive, motivationale und emotionale Prozesse ebenfalls einen Einfluss auf die Leistung (Schandry, 1996).

Der wichtigste dieser zusätzlichen Einflussfaktoren ist sicherlich die Art der Aufgabe, beziehungsweise die Einstellung der Person (Vossel & Zimmer, 1998).

In dem Artikel „*Musik, Leistung und Hemisphärenasymmetrie*“ von Lechner (1998) werden Ergebnisse einer experimentellen Untersuchung bei 48 Versuchspersonen zur Wirkung von Musik auf kognitive Leistungen beschrieben. Es wurden die Hypothesen geprüft, dass fröhliche Musik, die eine positive Emotion auslöst, die Leistung bei Aufgaben fördert, für die die linke Hemisphäre spezialisiert ist, und bedrohliche Musik rechtshemisphärisch bei entsprechenden Aufgaben eine Leistungssteigerung bewirkt. Im Allgemeinen löst Musik eine kongruente Emotion aus, die der Musik entspricht. Die Musik ging in dieser Untersuchung der kognitiven Leistung zeitlich voraus. Es konnte ein bahnender Effekt der Musik postuliert werden und es zeigte sich ein hemisphärenspezifischer bahnender Effekt: Bedrohliche Musik förderte die rechtshemisphärische Leistung bei allen Aufgabenarten (Lechner, 1998).

2.3 *Aktivierung und Musik*

Die Produktion und Beschäftigung mit Musik hat einen dauerhaften Einfluss auf anatomische Strukturen im Gehirn. Dies gilt vor allem für Personen, die sich mit klassischer Musik beschäftigen oder Musik produzieren. Beim Hören von komplexer (artifizieller) Musik schwingen die Gehirnströme wie in Resonanz der dargebotenen Musik und bilden ein ebenso komplexes Muster – im Vergleich zu einfacher, repetitiver (Pop) Musik. Bei Musikern, die klassische Musik spielen, zeigten sich im Gegensatz zu Kontrollpersonen, dass ausgedehntere Hirnareale im EEG miteinander korrelieren: es müssen mehr Areale zusammenarbeiten, um produktive Leistungen erbringen zu können (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Allesch versuchte in seinem Artikel von 1981 das individuelle Musikerleben experimentell darzustellen und zu interpretieren. Dazu wurden auch physiologische Parameter herangezogen. Es wird zu klären versucht, inwiefern derartige Experimente überhaupt einen Schluss auf das individuelle Erleben zulassen.

In seiner Studie nahmen 25 Versuchspersonen im Alter von 16 und 35 Jahren teil. Es wurde der Einfluss von Musik auf die Herzrate und die Atemfrequenz untersucht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Verlauf der Herzrate und der Atemfrequenz beim Musikhören überwiegend durch individuelle Eigenarten gesteuert wird. Sie sind nur in sehr geringem Maße vergleichbar innerhalb der Versuchspersonen (Allesch, 1981).

In einer Studie von Karrer (1999) wurde die Wirkung von Entspannungsmusik verglichen mit einer Kontrollgruppe in Stille. Es wurden außerdem physiologische Daten wie Herzfrequenz, Hauttemperatur, EMG, EEG, Atemfrequenz, Hautleitwert und Blutdruck erhoben. Es nahmen insgesamt 30 Personen an dieser Untersuchung teil. Es zeigte sich ein größerer Entspannungseffekt bei der Gruppe in Stille. Daraus schloss die Autorin, dass eine somatische Beruhigung und eine physiologische Senkung des Bewusstseinszustandes ohne Musik besser zu erreichen war als mit Musik (Karrer, 1999).

In dem Beitrag „*Wie Musik auf den Menschen wirkt*“ von Gembris (2000) wird der Frage nachgegangen, wie bestimmte Wirkungen auf den Körper mit den Eigenschaften der Musik zusammenhängen. Es werden außermusikalische Einflussfaktoren, etwa die individuelle Disposition der Hörer und der situative Kontext des Musikhörens diskutiert. Außerdem werden noch einige Aspekten der musikalischen Wirkungen, z.B. Hintergrundmusik oder der Einfluss von Musik auf die Intelligenz thematisiert (Gembris, 2000).

Leichner & Bröscher beschrieben in ihrem Beitrag (1999), dass Musik und Gefühle in einer sehr engen Beziehung stehen. Dieser Zusammenhang wird dadurch beschrieben, dass sowohl Musik als auch Gefühle in der rechten Hemisphäre verarbeitet und wahrgenommen werden, also auch produziert – bezogen auf Rechtshänder. Aber auch die linke Hemisphäre ist bei Musikereignissen beteiligt, wobei sich in der Studie zeigte, dass die rechte Hemisphäre besser geeignet ist, um die Valenz der Musik wahrzunehmen (Leichner & Bröscher, 1999).

Musik wird am häufigsten bei therapeutischen Aspekten zur Entspannung und Reduzierung von Angst verwendet, bzw. bei Stressmanagement. Aber Musik findet

auch seine Verwendung bei verschiedensten psychologischen und physiologischen Problemen, was seine Wurzeln schon im Mittelalter und der Renaissance hat. Musiktherapie als formelle Disziplin begann während des zweiten Weltkriegs und etablierte sich danach durch verschiedene Erfolge.

Es zeigen sich ebenso physiologische Reaktionen auf Musik. Diese sind aber oft schwer vorherzusagen, da Individuen manchmal sehr unterschiedlich reagieren.

In verschiedenen Studien wurden immer wieder Einflüsse auf folgende physiologische Parameter berichtet: Musik bewirkt eine Veränderung der Herzrate, der Handtemperatur, des Hautleitwertes, des Blutdruckes, der Atmung, der Muskelaktivität, der Produktion von Verdauungssäften, der Pupillen im Auge und der Gehirnwellen (Lehrer & Woolfolk, 1993).

2.3.1 Wirkung von Musik auf kognitive Fähigkeiten

Die Forschung der letzten Jahre brachte eine wachsende Zahl an wissenschaftlichen und populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen hervor, welche sich mit der Wirkung von Musik auf die kognitive Entwicklung befassen. In dem Artikel von Davidson & Pitts (2001) wird erkundet, was in unserem Gehirn vor sich geht, wenn wir uns mit Musik befassen und welche längerfristigen Wirkungen diese Prozesse haben. Die Autoren beschränken sich nicht nur auf das Teilgebiet des Musikhörens, wie es von Savan (1998, zitiert nach Davidson & Pitts, 2001) bei der Beschreibung des Mozart Effekts getan wurde, sondern es geht auch um das aktive Musizieren und Komponieren, was einen großen Einfluss auf die Entwicklung von Kindern hat (Davidson & Pitts, 2001).

Seit einiger Zeit wird die Frage diskutiert, ob Musik auch klüger und kreativer macht, beziehungsweise welche sonstigen positiven Wirkungen sie möglicherweise hat. Das Schulfach Musik soll folgende positive Effekte haben: Förderung von Kreativität und Erlebnistiefe, Genussfähigkeit, Gestaltungsfähigkeit und Fantasie, Toleranz und Ausbildung emotionaler und rationaler Kräfte. Die meisten Studien über Musikalität und allgemeiner Intelligenz zeigen aber nur einen relativ geringen positiven Zusammenhang von etwa 10%. (Gembris, 1999).

Bei den Wirkungen von Musik auf die kognitiven Fähigkeiten muss man zwischen kurzfristigen und langfristigen Effekten, wie oben beschrieben, unterscheiden. Der in dieser Diplomarbeit diskutierte Mozart Effekt gehört in die Gruppe der kurzfristigen Effekte. Daher wird im Folgenden nur dieser Effekt noch genauer diskutiert.

Bei den Experimenten zur Erforschung der kurzfristigen Effekte, die durch das Hören von Musik ausgelöst werden, wird vor allem die Wirkung von Hintergrundmusik untersucht. Die durchgeführten Studien zeigen sowohl positive als auch negative Effekte auf das kognitive Arbeiten.

Henderson, Crews & Barlow (1945) bemerkten in ihrer Untersuchung beispielsweise hauptsächlich störende Einflüsse der Musik während des Lernens. Die kognitive Verarbeitung komplexer, verbaler Inhalte war, während die Versuchspersonen Pop-Musik hörten, gestört. Im Gegensatz dazu war die Verarbeitung aber nicht bei klassischer Musik gestört (Henderson, Crews & Barlow, 1945).

Ebenso gibt es aber Studien, z.B. von Davidson & Powell (1986), die zeigen, dass sich Hintergrundmusik in einer Klasse der fünften Schulstufe sehr positiv auf die Aufmerksamkeit und Teilnahmereitschaft der Schüler auf den Unterricht auswirkt. Musik scheint also sowohl fördernde als auch ablenkende Effekte zu haben (Davidson & Powell, 1986).

Etaugh & Michals (1975) geben aufgrund ihrer Untersuchungen diesbezüglich zu bedenken, dass der störende Einfluss der Musik von den jeweiligen Lerngewohnheiten der Person abhängig ist. Umso öfter die Person während dem Lernen Musik hört, umso weniger wird sie dadurch abgelenkt. Aber ebenso muss man die Komplexität der Aufgabe bzw. die Charakteristika der Musik als Einfluss beachten (Etaugh & Michals, 1975).

Die Frage, ob nun Musik die kognitiven Prozesse im Gehirn fördert, bzw. nur Teile der Intelligenz wie das räumliche Vorstellungsvermögen, bleibt nach wie vor offen. Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit den psychophysiologischen Prozessen, die durch Reize aus der Umwelt beeinflusst werden.

3 Psychophysiologische Parameter

Das vegetative Nervensystem (VNS) beeinflusst vor allem die Regelung der Funktionen innerer Organe und des Kreislaufes und passt sie an die jeweiligen Bedürfnisse an. So wird das innere Milieu des Körpers kontrolliert. Da diese Aktivitäten kaum unter willkürliche Kontrolle gebracht werden können, wird das vegetative Nervensystem auch autonomes Nervensystem genannt.

Das VNS basiert auf einem Reflexbogen mit einem afferenten und einem efferenten Schenkel. Die afferenten Fasern melden beispielsweise Hautreize oder Signale aus den Gefäßen. Die efferenten Fasern steuern als Reflexantwort die glatte Muskulatur der verschiedenen Organe und die Funktion des Herzens sowie der Drüsen.

Das periphere VNS besteht aus zwei weitgehend voneinander getrennten Anteilen, dem Sympathikus und dem Parasympathikus. Die meisten Organe werden sowohl sympathisch als auch parasympathisch innerviert, wobei die Antwort des Organs gegensätzlich oder ergänzend auf die beiden Systeme sein kann. Gegensätzliche bzw. antagonistische Reaktionen werden am Herzen beobachtet und ergänzende bei Sexualorganen.

Adrenalin wird beispielsweise hauptsächlich über sympathische Fasern ins Blut freigesetzt. In körperlichen oder psychisch-emotionalen Alarmsituationen wird die Ausschüttung beträchtlich erhöht. Für die Freisetzung verantwortliche Reize, die eine erhöhte Sympathikusaktivität bewirken, sind z.B. körperliche Arbeit, Kälte, Hitze, Angst, Ärger („Stress“), Schmerzen und Blutdruckabfall (Silbernagl & Despopoulos, 2003).

Stark vereinfacht kann man sagen, dass der Sympathikus aktivierende Funktionen ausübt und der Parasympathikus entspannende Funktionen. Am Herzen sind die Funktionen des Sympathikus beispielsweise die Zunahme der Schlagfrequenz, der Kontraktionskraft und des Blutdruck. Der Parasympathikus bewirkt genau das Gegenteil, also die Abnahme von Schlagfrequenz, Kontraktionskraft und Blutdruck. Eine vermehrte parasympathische Aktivität bewirkt an den Effektorganen, vorwiegend während körperlichen Ruhephasen, Entspannung und Regeneration. Bei den Skelettmuskelgefäßen hat der Sympathikus die Funktion der Konstriktion, also Verengung, und der Parasympathikus die Funktion der Dilatation, also Erweiterung (Schandry, 2006).

Aus neurowissenschaftlicher Perspektive wird vorausgesetzt, um beobachtbares menschliches Verhalten zu verstehen, dass nervale Impulse auf molekularer Ebene erklärt werden können. Durch diese Erkenntnisse können dann motorische und sensorische Aktivitäten des Gehirns verstanden werden. Die Neurowissenschaften haben große Bedeutung für die Verhaltensmedizin, da nur das Verständnis von körperlichen Steuerungsvorgängen Aussagen über das beobachtbare Verhalten erlaubt (Ehlert, 2003).

Die Messung der psychophysiologischen Parameter wurde mit dem computergestützten Biofeedbacksystem NeXus 10 von Mind Media, NL durchgeführt. Als Parameter wurden der Hautleitwert, die Handtemperatur, die Herzrate (Pulsfrequenz), EMG M. frontalis, die Atemfrequenz und das EEG gemessen.

3.1 Hautleitwert (elektrodermale Aktivität)

Die elektrodermale Aktivität, also die Hautleitfähigkeit (SCL, SCR) wird über die Schweißdrüsen der Haut ausgelöst, die ihrerseits über den Sympathikus gesteuert werden. Man versteht darunter die Widerstands- und Spannungsänderungen der Haut, die in Zusammenhang mit psychischen Prozessen auftreten. Die elektrodermale Aktivität ist das „klassische“ Reaktionssystem der Psychophysiologie (Schandry, 2006).

Thomas und Korr konnten nachweisen, dass die Hautleitfähigkeit linear mit der Anzahl der aktiven Schweißdrüsen zusammenhängt (1957, zitiert nach Schandry, 1998). Die Hautleitfähigkeit ist dort am größten, wo die meisten Schweißdrüsen vorhanden sind, daher wird dieser Parameter an den Handinnenflächen gemessen. Psychische bzw. emotionale Prozesse haben einen starken Einfluss auf die Hautleitfähigkeit (Vossel & Zimmer, 1998).

Das „emotionale Schwitzen“ („kalter Schweiß“) ist thermoregulatorisch eine paradoxe Reaktion, da es nicht wie das thermische Schwitzen mit einer Gefäßerweiterung einhergeht. Die Hautleitfähigkeit ändert sich nach emotionalen Reizen – ihre Messung hat daher einen hohen Stellenwert in der Psychophysiologie zur Messung der Emotionen. Als oberste Steuerstrukturen spielen vor allem die Amygdala und sympathische Kerne eine große Rolle.

Die physiologische Funktion des Hautleitwerts ist bis heute rätselhaft – ob sie mit einer Verbesserung der Griffsicherheit oder der Temperaturregulation zu tun hat, bleibt unklar (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Zur Ableitung der Hautleitfähigkeit werden zwei Elektroden an der Innenseite des Zeige- und Mittelfingers (nach Venables und Christie, 1980, zitiert nach Bortz & Döring, 2003) befestigt. Üblicherweise auf der nicht-dominanten Hand. Dazu legt man eine niedrige Spannung von etwa 0,5 V an die Elektroden an und berechnet so aus den Stromschwankungen zwischen den Elektroden die Leitfähigkeitswerte. Die Maßeinheit des Hautleitwertes ist das Siemens (S). In der psychophysiologischen Praxis werden nur sehr kleine Werte gemessen, daher verwendet man hier meist nur das Mikro-Siemens (μS). Die interindividuellen Unterschiede der Personen sind zum Teil beträchtlich (Schandry, 2006).

In den Unterlagen für die Ausbildung zum Biofeedback-Therapeuten der Österreichischen Gesellschaft für Biofeedback und Psychophysiologie (ÖBfP, 2001) werden folgende Einflussgrößen zusammengefasst: Phasische Veränderungen sind gekennzeichnet durch einen Anstieg des Hautleitwertes, wobei die Werte rasch wieder auf das Ausgangsniveau zurückkehren. Dies passiert beispielsweise bei einem tiefen Atemzug, bei Bewegung oder durch Druck auf die Messelektrode. Tonische Veränderungen zeigen sich während kognitiver Verarbeitung. Hier steigt der Hautleitwert. Ebenso ist der Hautleitwert umso höher, je aktiver eine Person ist bzw. wenn sie unter Stress steht.

Alle physiologischen Parameter sind Störeinflüssen ausgesetzt, die zu Veränderungen des Signals führen (z.B. Bewegungen, tiefe Atemzüge, extreme Außentemperaturen,...) (Schandry, 1996).

3.2 Handtemperatur

Im Unterschied zur Körpertemperatur wird die Hauttemperatur an der Körperoberfläche gemessen. Die Handfläche besitzt eine Vielzahl an Arterien und Arteriolen, die sehr stark auf Veränderungen der Umgebungstemperatur reagieren. Es können Aussagen über das relative Ausmaß von Durchblutungsänderungen gemacht werden (Vossel & Zimmer, 1998).

Die Hautdurchblutung wird größtenteils durch sympathische Aktivität des autonomen Nervensystems reguliert, bei der es dann zu einer Vasokonstriktion (Gefäßverengung) und in weiterer Folge zu einem Anstieg des Blutdrucks kommt (Silbernagl & Despopoulos, 2003).

Die Temperaturempfindungen der Haut adaptieren bei konstanter Hauttemperatur in der Zone der Indifferenztemperatur. Diese Zone liegt zwischen 31°C und 36°C. Darüber kommt es zu einer dauernden Warmempfindung, darunter zu einer dauernden Kaltempfindung (Birbaumer & Schmidt, 1999).

In den Unterlagen für die Ausbildung zum Biofeedback-Therapeuten der ÖBfP (2001) werden folgende Einflussgrößen zusammengefasst: Durch Kälte, Erregung bzw. Aktivierung, Stress, mentale Belastung, Nikotin oder Hyperventilation kommt es zu einer Gefäßverengung und dadurch zur Abkühlung der Handtemperatur. Im Gegensatz dazu kommt es bei Wärme, psychischer Entspannung und Bauchatmung zu einer Gefäßerweiterung und dadurch zu einer Erwärmung der Hand.

Die Messung in der Studie erfolgte über einen Einzelthermistor an der Fingerunterseite, welcher mittels eines Klebestreifens befestigt wurde.

3.3 Herzrate

Die Herzfrequenz beträgt in Ruhe bei einem gesunden Menschen etwa 60-80 Schläge pro Minute. In ca. einer Sekunde laufen die vier Aktionsphasen der Herzkammern (Ventrikel) ab. Der Herzzyklus beginnt mit der Anspannungs- und der Austreibungsphase der Systole und setzt sich fort mit der Entspannungs- und Füllungsphase der Diastole. Diesen Phasen geht die elektrische Erregung der

Vorhöfe und der Kammern voraus, nämlich die Entladung des Sinusknotens. Dieser ist der zentrale Taktgeber des autonomen Erregungssystems des Herzens. (Silbernagl & Despopoulos, 2003).

In der Psychophysiologie wird die Herzfrequenz über eine Auszählung der R-Zacken innerhalb eines interessierenden Intervalls (üblicherweise in einer Minute) in einer EKG-Messung bestimmt. Die R-Zacke ist die markanteste Potentialschwankung im EKG. Der Zeitpunkt ihres Maximums ist präzise bestimmbar. Der Abstand zwischen zwei R-Zacken wird als RR-Intervall bezeichnet und das gemittelte RR-Intervall ermöglicht dann die mathematische Berechnung der Herzfrequenz. (Birbaumer & Schmidt, 1999). Eine EKG-Kurve ist in Abbildung 8 zu sehen.

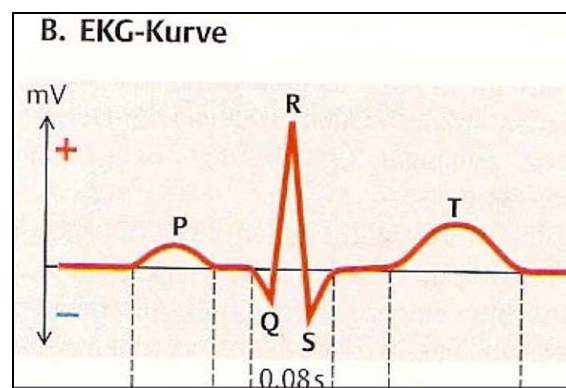


Abbildung 8 – EKG Kurve (Silbernagl & Despopoulos, 2003), S.197

Herzfrequenzänderungen können durch psychische und physische Anforderungen begleitet sein. Die psychischen Einflussgrößen, wie beispielsweise Angstreize, haben einen Anstieg der Pulsfrequenz zur Folge. Eine Abnahme tritt bei Entspannung auf (Vossel & Zimmer, 1998).

Die Kontrolle der Herzfrequenzänderung erfolgt über verschiedene Mechanismen, wobei die wichtigsten die sympathischen und parasympathischen Zuflüsse sind. Durch die Aktivierung der sympathischen Herznerven kommt es zu einer Erhöhung der Herzfrequenz, indem die Blutgefäße verengt werden. Körperliche und psychische Belastungen bewirken eine Steigerung der Sympathikusaktivität, wobei gleichzeitig parallel ablaufende Körperfunktionen, wie die Verdauung verringert werden. Der Gegenspieler, die parasympathischen Herznervenfasern, bewirkt ein Aussetzen der Sympathikusaktivität und somit eine Senkung der Herzfrequenz (Bortz & Döring, 2003).

Normalerweise, wenn der Organismus keine Arbeit leistet, sollte in Ruhe der Einfluss der parasympathischen Herznerven überwiegen (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Es gibt verschiedene Einflüsse, die auf die Herzfrequenz wirken. Dazu zählen äußere Reize und psychische Vorgänge, wie beispielsweise Gedanken. Eine bedeutende mechanische Einflussgröße ist die Atmung, welche zur so genannten respiratorischen Sinusarrhythmie (RSA) des Herzschlages führt. Das bedeutet, dass sich beim Einatmen die Herzfrequenz erhöht und beim Ausatmen sinkt sie ab. Schandry schlägt daher vor, die Atmung mit Hilfe eines Atemgurts zu kontrollieren (1996, zitiert nach Bortz & Döring, 2003). Bei steigender mentaler Anstrengung steigt die Herzrate an, während sich gleichzeitig die Herzratenvariabilität (siehe 3.3.1) vermindert. Die beiden Maße – Herzrate und Herzratenvariabilität – erwiesen sich als sensitive Indikatoren für mentale Anstrengung (Herd, 1991; Spinks und Kramer, 1991; zitiert nach Bortz & Döring, 2003)

Die Messung der Herzfrequenz erfolgte in der vorliegenden Untersuchung durch ein photoplethysmographisches Verfahren, welches über die Messung des relativen Blutvolumens funktioniert. Dabei wird rotes bis infrarotes Licht in den Finger gestrahlt und das reflektierte Licht wird mittels Photozellen gemessen. Je besser ein Hautareal durchblutet ist, umso stärker wird das Licht gestreut und es wird weniger reflektiert. Bei geringer bzw. schlechter Durchblutung passiert genau das Gegenteil. Bei der Kontraktion des Herzmuskels entsteht eine Druckwelle, die sich in den Arterien fortpflanzt. Der „Puls“ ist hierbei dann die Dehnung der Arterienwand und die Frequenz kann dann mit einem photoplethysmographischen Sensor, wie schon oben beschrieben, gemessen werden. Somit wird die Herzfrequenz also indirekt gemessen (Schandry, 2006).

In Abbildung 14 in Kapitel 5.3.2 ist dieser Sensor zu sehen.

3.3.1 Herzratenvariabilität

Die Herzratenvariabilität dient zur Beschreibung tonischer, also länger anhaltender Aktivierungsprozesse. Die realen RR-Intervalle schwanken natürlich um den errechneten Mittelwert. Die Abweichungen können sich auch im Ruhezustand von Schlag zu Schlag ändern. Generell wird die Fähigkeit, die Frequenz des Herzrhythmus zu verändern dann als Herzratenvariabilität (HRV) bezeichnet. Diese

ist belastungsabhängig und geht bei einer Vielzahl von aktivierenden Bedingungen zurück, d.h. die Herzfrequenz wird stabiler (Schandry, 2006).

Die Herzrate wird über autonome physiologische Reaktionswege den momentanen Erfordernissen angepasst. Wie schon bekannt, erhöhen körperliche oder psychische Belastungen die Herzfrequenz, wobei sich bei Entlastung und Entspannung wieder der Ausgangswert einstellen sollte. Die Variabilität der Herzfrequenz ist umso höher, je besser die Anpassung an Belastungen funktioniert. Ein variabler Herzschlag ist im Normalfall ein Zeichen für Gesundheit. Wenn die Atemfrequenz und der Herzschlag gut gekoppelt sind, also kohärent sind, ist die Variabilität hoch und beispielsweise in einer Spektralanalyse durch einen eindeutigen Spitzenwert (Peak) deutlich zu erkennen. Interessant ist hierbei der Grad der Synchronisation, also die Kohärenz zu betrachten und diesen dann für eine Bewertung heran zu ziehen. Bei chronischer Stressbelastung ist diese Variabilität aber mehr oder weniger eingeschränkt und daher reduziert (Hottenrott, 2006).

Beispielsweise kommt es bei akuter körperlicher Belastung zu einer Verschiebung der autonomen Balance zugunsten der Sympathikusdominanz. Diese Umstellung erfolgt sofort nach dem Beginn der Belastung. Die Erholungsherzfrequenz ist ein wichtiger Prädiktor der Gesamtmortalität. Die Herzrate nimmt nach dem Belastungsende exponentiell ab. Die HRV-Indizes nehmen zu und erreichen nach einer Erholungsphase von mindestens 5 Minuten allmählich wieder das Ausgangsniveau vor der Belastung, beziehungsweise können sie dieses sogar übersteigen. Wesentliche Einflussfaktoren auf den zeitlichen Verlauf der Wiederherstellung der Vagusaktivität sind der allgemeine Trainingszustand und die Art der Erholung (Hottenrott, Hoos, & Esperer, 2006).

Aus der Herzratenvariabilität lassen sich generell Krankheiten recht gut erkennen, bei denen es zu Einflüssen auf den Herzschlag kommt, da die Herzratenvariabilität ihren Ursprung im vegetativen Nervensystem hat. Eine Verbesserung der Kohärenz hat eine Reduktion von Anspannung zur Folge, ebenso eine bessere Stressbewältigung, Angstreduktion und gelasseneren Reaktionen im Alltag. Es werden zunehmend Forschungen unternommen, um das Training der Kohärenz von Herz und Atmung zu verbessern (Hottenrott, 2004).

Bei dem NeXus 10 von Mind Media, NL lassen sich die Sympathikusaktivität und die Parasympathikusaktivität über die Messung der Herzrate errechnen. Die so genannte low frequency (LF) spiegelt die Anteile des Sympathikus wieder, die high frequency (HF) die des Parasympathikus. Außerdem wird noch der Quotient der beiden Anteile berechnet, nämlich LF/HF. Umso höher dieser Quotient ist, umso größer ist der Anteil des Sympathikus, was bedeutet, dass die Aktivierung stärker wirkte. Bei einem Wert von 1 sind beide Anteile in einem ausgewogenen Gleichgewicht. In dieser Diplomarbeit wurde der LF/HF-Quotient während der Musik-Bedingung bzw. während der Stille erhoben und berechnet.

3.4 *Muskelspannung (EMG)*

Mit dem Elektromyogramm (EMG) werden die Muskelaktionspotentiale an der Hautoberfläche gemessen. Im Allgemeinen wird die isometrische Aktivität, also die Aktivität ohne Längenänderung des quergestreiften Muskels registriert. Eine Zunahme der Impulse bedeutet eine stärkere Muskelspannung und einen höheren EMG-Wert. Häufige Ableitungsorte sind die Unterarm-, Stirn-, Kiefer-, und Nackenmuskulatur, wobei die Stirnmuskulatur meist als repräsentativ für den Gesamtspannungszustand des Körpers gesehen wird (Schandry, 2006).

Die Variabilität ist ein Maß, das mit der psychophysischen Aktiviertheit kovariiert, wie die Daten von Fahrenberg et al. (1979, S.378, zitiert nach Schandry, 1996) zeigen. Bei einem Anstieg des Aktivitätsniveaus nimmt die Standardabweichung der Muskelaktivität auf der Stirn deutlich zu. Unter Stress kommt es bei vielen Personen zu einer Anspannung verschiedener Muskelgruppen (Schandry, 1996).

Die Grundspannung eines Muskels wird Tonus genannt. Alle Muskeln im lebenden Organismus haben einen Tonus, der in seiner Höhe ständig wechselt. Im REM-Schlaf (Traum-Schlaf) erreicht er beispielsweise ein Minimum. Bei geistiger Anspannung oder bei Aufregung steigt der Tonus unwillkürlich an, d.h., dass die Grundspannung in allen Muskeln erhöht wird (Birbaumer & Schmidt, 1999).

Die physikalische Einheit des EMG sind Mikro-Volt (μV). Bei Entspannung sollte der Wert nur wenige μV betragen, in etwa 1-3 μV (ÖBfP, 2001).

Die Ableitung geschieht in der vorliegenden Arbeit mit zwei bipolaren Elektroden, die an der Hautoberfläche der Stirnmuskulatur angebracht wurden. Die Registrierung des EMGs mit Oberflächenelektroden gibt sehr gut Auskunft über psychologisch bedingte Anspannung.

Bei den stattgefundenen Messungen wurde eine Filterbreite von 100-200 Hz verwendet.

3.5 *Atemfrequenz*

Die Atemtätigkeit wird in der Psychophysiologie mit einem „Atemgurt“ registriert, indem die Änderungen des Brustumfangs gemessen werden. Dieser wird etwas unterhalb des Rippenbogens angelegt. Die Dehnungsmessstreifen im Inneren des Gürtels übertragen die Längenänderungen in elektrische Signale (Schandry, 1996). Die Atmung wird zentralnervös über die Medulla oblongata (Hirnstamm) gesteuert. Dort befinden sich, miteinander verschaltet, inspiratorisch (Einatmung) und expiratorisch (Ausatmung) wirksame Neurone. Diese sind abwechselnd tätig und hemmen sich gegenseitig, wodurch es alternierend zur Ein- und Ausatmung kommt (Silbernagl & Despopoulos, 2003).

Viele Variablen nehmen Einfluss auf die Atemtätigkeit: metabolische und zahlreiche psychologische (Vossel & Zimmer, 1998).

Die Atemfrequenz wird in Atemzüge/Minute gemessen und wird bei Erwachsenen im Durchschnitt mit 12-15 angegeben, wobei die Bandbreite von 10-20 Atemzügen/Minute variiert. Bei Entspannung kann die Frequenz bei 6-8 Atemzügen/Minute liegen. Die Atemfrequenz in Ruhe ist stark altersabhängig und steigert sich unter psychischer Erregung bis zur Hyperventilation (Birbaumer & Schmidt, 1999).

3.6 *Elektroenzephalogramm (EEG)*

Die aufgezeichnete elektrische Aktivität des Gehirns wird als EEG bezeichnet. Es wird non-invasiv über knopfförmige Elektroden registriert, die an der Schädeloberfläche angebracht sind (Vossel & Zimmer, 1998).

Zwischen der Elektrode an der Schädeldecke und einer entfernten Elektrode, etwa am Ohrfläppchen, können kontinuierliche elektrische Potentialschwankungen abgeleitet werden, was dann als Elektroenzephalogramm bezeichnet wird. Die Frequenzen liegen zwischen 1-80 Hz und ihre Amplituden werden in wenigen bis mehreren hundert Mikrovolt (μV) angegeben (Schmidt & Schaible, 2006). Das EEG registriert Potentialschwankungen, die von den Pyramidenzellen der Großhirnrinde und den Gliazellen erzeugt werden (Birbaumer & Schmidt, 1999).

In der Psychophysiologie und kognitiven Neurowissenschaften verwendet man das EEG meist um zerebrale Aktivierungsvorgänge zu untersuchen. Diese Aktivierungsvorgänge können in Zusammenhang stehen mit Aufmerksamkeitsprozessen, Bewusstseinszuständen und deren Veränderungen, visuellen, akustischen oder somatosensorischen Reizverarbeitungen, oder mit ereigniskorrelierten Gehirnaktivitäten zusammen mit kognitiven Prozessen wie Gedächtnis- und Lernvorgängen (Schandry, 2006).

Das EEG liefert Auskünfte über Erregungsvorgänge größerer Zellverbände der Hirnrinde und daraus lassen sich dann auch Rückschlüsse auf zerebrale Aktivierungsvorgänge im Zusammenhang mit bestimmten psychischen Vorgängen ziehen (Demos, 2005).

Das Spontan-EEG eignet sich besonders für die Abbildung von allgemeiner Aktivierung oder Wachheit. Man versteht darunter die ununterbrochene Registrierung der Spannungsschwankungen an der Schädeloberfläche. Es gibt keine elektrische Ruhe, sondern es herrschen ständige Potentialveränderungen vor. Das EEG ist kein Gemisch aus vielen verschiedenen Frequenzen, sondern es gibt bevorzugte Frequenzbereiche, die so genannten Frequenzbänder (Schandry, 2006).

Alpha-Wellen haben eine hohe Amplitude und herrschen beim wachen Erwachsenen vor. Werden die Augen geöffnet oder eine schwierige Rechnung durchgeführt, verschwinden die Alpha-Wellen und niedrig-frequente Beta-Wellen treten in den Vordergrund. Diese Beta-Wellen sind Ausdruck von gesteigerter Aufmerksamkeit und einer erhöhten Aktivität. Gamma-Wellen treten unter anderem beim Lernen auf. Beim Einschlafen bzw. beim „Tagträumen“ erkennt man Theta-Wellen im EEG (Silbernagl & Despopoulos, 2003).

Die *Alpha-Wellen* haben einen langsamen Rhythmus, welche bei einem gesunden Menschen im wachen, aber unaufmerksamen Zustand vorherrschen. Diese Wellen haben eine Frequenz von 8-13 Hz, im Durchschnitt 10 Hz. Werden die Augen geöffnet oder bei geistiger Tätigkeit treten die hochfrequenten *Beta-Wellen* an ihre Stelle, was aber nicht heißt, dass es nun überhaupt keine Alpha-Wellen mehr gibt. Diese Beta-Wellen haben eine Frequenz von 15-30 Hz, durchschnittlich sind es 20 Hz und eine kleinere Amplitude. Sie herrschen vor, wenn eine Person mental oder körperlich aktiv ist, oder unter psychischer Belastung steht. Das EEG wird auch unregelmäßiger und heißt dann desynchronisiert.

Zu den langsamen Wellen zählen auch die *Theta-Wellen* mit 4-8 Hz und einer großen Amplitude. Sie herrschen im dösenden Wachzustand vor, z.B. kurz vor dem Einschlafen. Wellen über 30 Hz bezeichnet man als *Gamma-Wellen*, die bei Lern- und Aufmerksamkeitsprozessen auftreten. Diese weisen extrem kleine Amplituden auf (Schmidt & Schaible, 2006).

Zur Ableitung befestigt man an der Schädeloberfläche mit einer Paste die Elektrode. Die Platzierung erfolgt in Anlehnung an ein internationales Platzierungssystem, dem so genannten 10/20 System nach Jasper (siehe Kapitel 5.4) (Schandry, 1998).

Bei der EEG-Registrierung kommen meist unipolare Ableitungen zum Einsatz. Dabei wird eine aktive mit einer neutralen Referenzelektrode verglichen. Als Position für die neutrale Referenzelektrode wird oft das Ohrläppchen gewählt, oder auch der Knochenvorsprung hinter dem Ohr (Mastoid) (Bortz & Döring, 2003).

In der vorliegenden Arbeit wurde das Ohrläppchen gewählt. Eine Abbildung zur durchgeführten Messung findet sich in Kapitel 5.3.2. Die Frequenzverteilung, also der prozentuale zeitliche Anteil der verschiedenen Frequenzbänder innerhalb eines bestimmten Zeitabschnittes kann durch die NeXus Software durchgeführt werden. In der Studie wurde hauptsächlich ein Powerspektrum erstellt, welches das Ausmaß der hirnelektrischen Leistung für einen bestimmten Frequenzwert darstellt. Ein Powerspektrum sagt mehr über die Dominanz eines gewissen Frequenzbereiches zu einem bestimmten Zeitpunkt aus (Schandry, 2006).

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit dem Thema „Raumvorstellung“. Diese Fähigkeit zum räumlichen Vorstellungsvermögen ist ein kleiner Teil der allgemeinen Intelligenz. Ebenso wird auch der Geschlechterunterschied zu diesem Konstrukt behandelt.

4 Raumvorstellung

4.1 Definition und Beschreibung der Raumvorstellung

Die Raumvorstellungsfähigkeit ist in vielen Bereichen des täglichen Lebens bedeutsam. Es handelt sich hier um ein Konstrukt aus verschiedenen, einzelnen Fertigkeiten. In diesem Kapitel soll ein Überblick gegeben werden, da diesem Thema in Bezug auf den Mozart Effekt eine bedeutende Rolle zukommt.

Synonyme für Raumvorstellung sind: räumliches Vorstellungsvermögen, räumliche Begabung, räumlich-visuelles Denken, räumliche Fähigkeit oder *spatial ability*. Zu den Hauptfaktoren der menschlichen Intelligenz zählen neben der Raumvorstellung auch noch Wortverständnis, Auffassungsgabe und logisches Denken.

Unter Experten und Fachleuten lässt sich nach wie vor keine einheitliche, exakte Definition für Raumvorstellung finden. Meist wird der Begriff Raumvorstellung mit den „primary mental abilities“ von Thurstone in Verbindung gebracht.

Im Folgenden werden einige wichtige Intelligenzmodelle verdeutlicht, welche die Bedeutung des Faktors der Raumvorstellung als wichtigen Bestandteil der Intelligenz hervorheben. Im Anschluss daran werden auch noch die Geschlechtsunterschiede zu diesem Thema behandelt.

4.1.1 Intelligenzstrukturmodelle von Spearman und Vernon

Charles Spearman entwickelte 1904 die „*Generalfaktorentheorie der Intelligenz*“ durch faktorenanalytische Analysen. Er erkannte als einer der ersten Intelligenzforscher, dass Menschen, die in einem Intelligenzbereich sehr gut abschnitten, mit großer Wahrscheinlichkeit auch in anderen Bereichen bessere Leistungen erbrachten als der Durchschnitt (Herkner, 1992).

Die Leistungen in Intelligenzaufgaben basieren nach seiner Theorie auf zwei hierarchischen Faktoren. So bekam die Arbeit von Spearman den Namen „Zwei-Faktoren-Theorie“ der Intelligenz. Diese zwei Faktoren der Intelligenzleistung sind ein *allgemeiner Faktor (g)* und ein *aufgabenspezifischer Faktor (s)*. Da es sich hier um ein hierarchisches Modell handelt, steht der Generalfaktor an oberster Stelle und die spezifischen Faktoren sind untereinander korreliert. Diese Theorie besitzt aufgrund der Einfachheit einen hohen Bekanntheitsgrad und liegt mehreren

Intelligenzuntersuchungen zugrunde (Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006).

Vernon erweiterte dieses Modell von Spearman im Jahre 1950. An oberster Stelle steht der Generalfaktor (g), welcher aus den beiden folgenden „major group factors“ gebildet wird:

- verbal educational (v:ed) und
- spatial and motor abilities (k:m).

Diese beiden Hauptgruppen-Faktoren lassen sich weiter in „minor group factors“ unterteilen (Vernon, 1950, nach Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006).

4.1.2 Thurstones Primärfaktoren

Thurstone (1931; zitiert nach Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006) kritisierte Spearmans „Zwei-Faktoren-Theorie“ der Intelligenz. Thurstone gab zu bedenken, dass die Leistung in einem Testverfahren nicht nur von einem allgemeinen Begabungsfaktor abhängen kann. Er war der Meinung, dass die Leistung von mehreren, voneinander unabhängigen Faktoren bestimmt wird. So entwickelte er 1931 ein nicht-hierarchisches Intelligenzmodell mit sieben Primärfaktoren (*Primary Mental Abilities*). Unter diesen sieben Faktoren befand sich auch ein Faktor für das räumliche Vorstellungsvermögen.

Alle Faktoren in diesem Modell sind gleichberechtigte Bestandteile. Es kann also eine Leistungsvielfalt auf mehreren nebeneinander stehenden Gruppenfaktoren geben (aus Thurstone & Thorstone, 1941, S.91, nach Maier, 1999):

- Verbal Comprehension
- Word Fluency
- Number
- Space
- Memory
- Perceptual Speed
- Reasoning

In diesem Modell wird der Faktor *Space* als die Fähigkeit, räumlich visuell zu denken, definiert.

4.1.3 Guilfords „Structure of Intellect“-Modell

Einige Jahrzehnte später entwickelte auch Guilford (1957, 1967 zitiert nach Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006) eines der komplexesten Intelligenzmodelle, nämlich sein nicht-hierarchisches *Structure of Intellect Modell*. Es wird die Informationsverarbeitung kognitiver Prozesse beschrieben. Er unterscheidet zwischen Input-, Operations- und Output-Variablen.

- Fünf Operationen des Denkens (operations)
- Vier Gegenstände/Inhalte des Denkens (content)
- Sechs Produkte/Wirkungsweisen des Denkens (product)

Durch eine Kombination von fünf Operationen mit vier Inhalten und sechs Produkten ergeben sich 120 Faktoren, welchen die Vielzahl psychischer Leistungsgesichtspunkte zuzurechnen wäre.

Die Raumvorstellung ist hier keinem bestimmten Faktor zugeteilt. Die jeweiligen Testaufgaben, die diese Fähigkeit messen, können einer Zelle des dreidimensionalen Modells zugeordnet werden. Zur Veranschaulichung wäre beispielsweise der Paper Folding and Cutting Test eine kognitive Operation mit figuralem Inhalt, wobei die Transformation das Produkt ist.

Jedoch wird auch dieses Modell stark kritisiert, z.B. von Brody & Brody (1976, S. 43-55, zitiert nach Amelang, Bartussek, Stemmler & Hagemann, 2006).

4.1.4 Gardners multiple Intelligenztheorie

Gardner war ebenfalls der Meinung, dass man nicht nur von der „allgemeinen Intelligenz“ sprechen könne (Gardner, 1983). Er sammelte Erkenntnisse aus verschiedenen Bereichen, z.B. über die menschliche Gehirnentwicklung, über die Folgen von lokalisierten Hirnschädigungen, über Wunderkinder und Autisten sowie über Fähigkeiten von Menschen anderer Kulturen, um dann eine alternative Theorie zu entwickeln. Aufgrund dieses Wissens entwickelte Gardner dann das Konzept der multiplen Intelligenzen. Es werden bei dieser Theorie auch Dimensionen der Intelligenz berücksichtigt, welche keinem Leistungsbereich angehören. Er definierte Intelligenz so, dass es um die Fähigkeit Probleme zu lösen und Produkte zu erzeugen, gehe. Diese sind aber auch vom Kontext der gesellschaftlichen Umgebung bzw. der Kultur abhängig (Gardner, 1983).

Folgende Bereiche werden bei Gardner (1983) unterschieden:

- Die **sprachliche Intelligenz**. Hierbei handelt es sich um die Fähigkeit der Sprachproduktion und das Erkennen von Feinheiten, einer Ordnung und einem Rhythmus in Worten.
- Die **logisch-mathematische Intelligenz**. Diese beinhaltet das induktive und deduktive Schlussfolgern, sowie die Anwendung abstrakter Muster und Beziehungen.
- Die **räumlich-visuelle Intelligenz**. Hier geht es um die Fertigkeit, visuelle Abbilder der Umwelt entwickeln zu können und um die Manipulation räumlicher Beziehungen.
- Die **musikalische Intelligenz**. Wichtig ist hier die Fähigkeit Melodien, Timing und Rhythmus wahrnehmen zu können.
- Die **körperlich-kienästhetische Intelligenz**. Es handelt sich hierbei um die Fertigkeit der körperlichen Koordination und den körperlichen Einsatz bezüglich der Kommunikation und der Problemlösung.
- Die **intrapersonale Intelligenz**. Diese beinhaltet die Fähigkeit, die eigenen Stärken, Schwächen und Gefühle sich bewusst zu machen und dann entsprechend zu handeln.
- Die **interpersonelle Intelligenz**. Diese bezieht sich auf die Fertigkeit mit anderen zu interagieren. Außerdem geht es um das Verständnis und die korrekte Verhaltensinterpretation anderer Menschen.

Aufgrund dieser verschiedenen intelligenztheoretischen Ansätze war es möglich, das Konstrukt der Raumvorstellung genauer zu definieren.

4.1.5 Drei Raumvorstellungskategorien nach Linn und Petersen

Linn & Petersen (1985, 1986, zitiert nach Maier, 1999) führten metaanalytische Untersuchungen durch und definierten so drei Kategorien der Raumvorstellung:

- Die **räumliche Wahrnehmung**. Es handelt sich hierbei um die Fähigkeit, Horizontale und Vertikale zu unterscheiden und zu identifizieren. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Orientierung des eigenen Körpers und das Körperschema.
- Die **mentale Rotation**. Dies bezeichnet die Fähigkeit, sich schnell und präzise die Rotation von zwei- oder dreidimensionalen Objekten vorstellen zu können.

- Die **räumliche Visualisierung**. Hier geht es nach Linn & Petersen um die Fertigkeit, räumliche Konfigurationen von Objekten oder Teilen von ihnen zu erfassen und die Beziehung zueinander.

4.1.6 Bearbeitungsstrategien räumlicher Aufgaben

Generell wird zwischen einer *holistischen* und einer *analytischen* Strategie bei der Bearbeitung von Aufgaben zur Raumvorstellung unterschieden. Cooper definierte 1976 diese beiden Betrachtungsweisen folgendermaßen: die holistische Strategie meint eine ganzheitliche Betrachtungsweise und die analytische Strategie bezeichnet die Wahrnehmung einzelner Details auf den Objekten, welche dann zum Vergleich herangezogen werden (Cooper, 1976).

In einer Forschungsarbeit von Gittler (1984) kam man zu dem Schluss, dass die Testpersonen unterschiedliche Bearbeitungsstrategien verwenden. Hierbei ging es vorrangig um die Erprobung und Entwicklung des dreidimensionalen Würfeltests (3DW). Es konnten dabei drei Strategien bei der Bearbeitung der Aufgaben erkannt werden: die Raumstrategie, Flächenstrategie und Relationsstrategie. Die Raumstrategie meint das vorstellungsmäßige Drehen und Kippen eines dreidimensionalen Ausgangswürfels zu dem Lösungswürfel. Die Flächenstrategie führt nur dann zu einer Lösung, wenn der Ausgangswürfel dieselben drei Muster im Vergleich zum Lösungswürfel besitzt. Die Relationsstrategie meint, dass die drei verschiedenen Muster eines Würfels in Beziehung zueinander gebracht werden. Gittler macht aber darauf aufmerksam, dass Items für die Flächenstrategie das gefragte räumliche Vorstellungsvermögen nicht erfassen. Nur Aufgaben, die mit den beiden anderen Strategien, der Raumstrategie und der Relationsstrategie gelöst werden, erfassen diese Dimension (Gittler, 1984).

Es gibt Unterschiede zwischen den Bearbeitungsstrategien bei Frauen und Männern. Frauen verwenden eher die analytische Strategie, Männer häufiger die holistische. Die holistische Bearbeitung führt zwar schneller zum Ziel, erfordert aber einen höheren kognitiven Aufwand. Möglicherweise lässt sich dadurch die meist bessere Leistung von Männern in räumlich-visuellen Aufgaben erklären (Glück, 2005).

Im nächsten Kapitel soll auf die Geschlechtsunterschiede bei räumlichen Vorstellungsaufgaben noch näher eingegangen werden.

4.1.7 Geschlechtsspezifische Unterschiede der räumlichen Vorstellungsfähigkeit

Bei den räumlichen Fähigkeiten bestehen im Vergleich zu allen kognitiven Fähigkeiten in der westlichen Industriegesellschaft die bedeutendsten Unterschiede zwischen Männern und Frauen. 1974 veröffentlichten Macoby & Jacklin eine Zusammenfassung von über tausend Studien, welche prototypisch für die Forschung nach Geschlechtsdifferenzen steht. In dieser Arbeit ist von einem Unterschied zu Gunsten der männlichen Versuchspersonen die Rede. Dieser Unterschied war zwar eindeutig, jedoch nicht besonders groß (Macoby & Jacklin, 1974). Hyde stellte 1981 in seinem Artikel fest, dass dieser Unterschied auch von der Aufgabenstellung abhängt (Hyde, 1981).

Linn & Peterson (1985) veröffentlichten eine Metaanalyse zu geschlechtsspezifischen Unterschieden in Bezug auf das räumliche Vorstellungsvermögen. Männliche Versuchspersonen waren generell überlegen, wobei die Unterschiede im Bereich der mentalen Rotation noch deutlicher zu sehen waren, als im Bereich der räumlichen Visualisierung (Linn & Peterson, 1985).

Voyer, Voyer & Bryden führten 1995 eine Metaanalyse anhand von 286 Untersuchungsergebnissen durch und kamen ebenso zu der Erkenntnis, dass sich der größte geschlechtsspezifische Unterschiede in der mentalen Rotation zeigen lässt. Die Autoren waren in ihrem Artikel auch zu dem Schluss gekommen, dass die Geschlechtsunterschiede innerhalb der räumlichen Fähigkeiten in den letzten Jahren abgenommen haben (Voyer, Voyer & Bryden, 1995).

Kucian, Loenneker, Dietrich, Martin & von Aster (2005) stellten sich die Frage, ob Frauen und Männer dieselben zerebralen Netzwerke zur Lösung von räumlichen Aufgaben verwenden. Dies wurde durch eine Kernspintomographie untersucht. Es wurden Beispiele zur mentalen Rotation vorgegeben. Bei den Reaktionszeiten und bei der Anzahl der richtigen Antworten zeigten sich keinerlei Unterschiede zwischen Männern und Frauen. Aber bei den Frauen zeigte sich eine deutlich höhere Aktivität in der rechten Hemisphäre, sowie im primären motorischen Kortex der linken Hemisphäre. Nach Kucian nützen also Frauen bei Aufgaben, die komplexe Problemlösungen erfordern, zum Teil andere kognitive Netzwerke als Männer (Kucian, Loenneker, Dietrich, Martin & von Aster, 2005).

5 Planung und Durchführung

5.1 Versuchsplan

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um ein „Within-Subject-Design“, in deren Verlauf eine mögliche Leistungsverbesserung im räumlichen Vorstellungsvermögen gezeigt werden soll. Dies erfolgt durch zwei verschiedene Treatment-Bedingungen mit Musik und einer Kontrollgruppe.

Die unabhängigen Variablen in dieser Studie sind die unterschiedlichen Treatments (Musik von Mozart bzw. Albinoni und Stille), während die abhängigen Variablen die Leistungen der Personen bei den räumlichen Vorstellungsaufgaben im Endlosschleifentest (EST) von Gittler & Arendasy (2003) und die Aktivierung sind (operationalisiert durch die psychophysiologischen Parameter).

Folgender Ablauf kennzeichnet die durchgeführte Studie:

Zu Beginn, nachdem der Proband per Losentscheid in eine der drei Gruppen eingeteilt wurde, bekamen die Versuchspersonen **Sensoren angelegt**.

Die Testung begann mit einer **Entspannungsphase**, in der die Versuchsperson zwei Minuten mit geöffneten Augen sitzen musste. Anschließend folgte eine zweiminütige Phase mit geschlossenen Augen. Nach diesen vier Minuten, in denen die Ruhewerte der psychophysiologischen Parameter erfasst wurden, konnte mit der Testung begonnen werden. Zuvor mussten die Personen noch **Angaben zu ihrer eigenen Person** betreffend Alter, Geschlecht, eines eventuell absolvierten Unterrichts in Darstellender Geometrie sowie des Grades der derzeit höchsten abgeschlossenen Schulbildung machen. Danach folgte die **Testinstruktion** mit fünf Beispiel-Items gefolgt von der eigentlichen **Testung** durch den Endlosschleifentest, welcher dann einmal, in etwa bei der Hälfte, durch ein **Treatment** unterbrochen wurde (siehe zur genaueren Beschreibung des Endlosschleifentests weiter unten: Kapitel 5.3.1).

In Abbildung 9 wird ein graphischer Überblick über den Versuchsablauf gegeben.

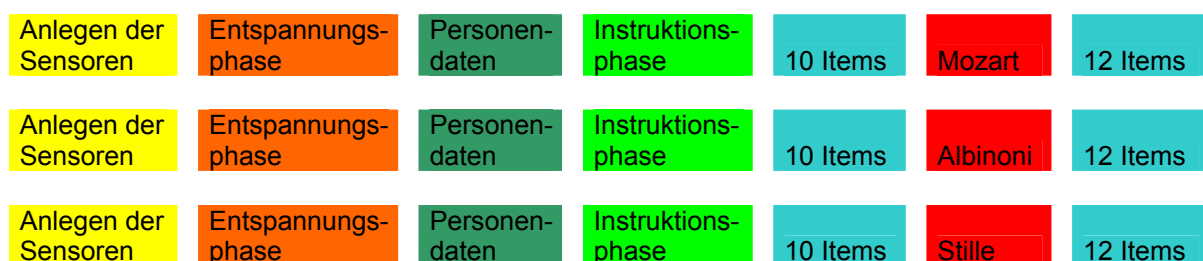


Abbildung 9 – Versuchsplan

Der zeitliche Verlauf der Untersuchung stellte sich demnach wie folgt dar:

<u>Phasen</u>	<u>Dauer</u>
1. Augen geöffnet	2 Min.
2. Augen geschlossen	2 Min.
3. Personendaten und Instruktion	ca. 3 Min.
4. Item 1-10 (Baseline)	ca. 6 Min.
5. Item Nr.11: Treatment	ca. 8 Min.
6. Item 12-23	ca. 7 Min.
<hr/>	
Gesamt	ca. 28 Min.

Die **Phasen 1 und 2** vor Beginn der psychophysiologischen Testung sollten hierbei stabile Ruhewerte für die erhobenen Parameter (Hautleitwert, Handtemperatur, Herzrate, Stirnmuskelspannung, Atemfrequenz, Gehirnwellen) garantieren. Nach einigen Minuten stellte sich erwartungsgemäß ein personenbezogenes Niveau zuvor genannter Parameter ein, wobei kurzfristige Schwankungen während dieser beiden Phasen – nach dem Anlegen der Sensoren – verschwanden.

5.2 Versuchsort

Die Untersuchungen fanden in einem Raum des TSA (Turn und Sportanstalt, Franklinstraße 22, 1210 Wien) statt. Im Zuge der Testungen wurde insbesondere darauf geachtet äußere Lärmeinflüsse weitestgehend zu minimieren. Die Versuchspersonen nahmen an einem Schreibtisch in einem bequemen, individuell einstellbaren Sessel platz, wobei der Computerbildschirm in etwa einen halben Meter entfernt stand. Die web-basierten Fragen wurden mittels eines Wireless-LAN Internetzugang auf diesem Bildschirm vorgegeben. Die Aufgaben konnten durch drücken der Computer-Mouse, mit Hilfe der dominanten Hand, beantwortet werden. Das NeXus-10 Biofeedback-Gerät wurde auf der Seite der nicht dominanten Hand neben dem Computer platziert.

Rechts hinter dem Probanden saß der Versuchsleiter ebenfalls an einem Computer, um die psychophysiologischen Daten während der Messung zu kontrollieren.

Außerdem wurde von diesem die Musik auf einer eigens dafür vorgesehenen, rechts neben dem Probanden platzierten, Anlage eingespielt.

5.3 Erhebungsinstrumente

5.3.1 Der Endlosschleifentest (EST)

Die Erhebung der kognitiven Leistung erfolgte durch den rasch-homogenen Endlosschleifentest (EST, Gittler, G. & Arendasy, M., 2003), welcher an der Fakultät für Psychologie (Arbeitsgruppe: Differentielle Psychologie) der Universität Wien entwickelt wurde. Dieser Test wird zur Messung des Raumvorstellungsvermögens herangezogen und zählt darüber hinaus zu den modernsten theoriegestützten Raumvorstellungstests derzeit. Rasch-homogen bedeutet, dass alle Items nachweislich bei allen Personen dieselbe Fähigkeitsdimension messen. Hierbei sind die Aufgaben nicht nach ansteigender Schwierigkeit gereiht.

Der EST fordert die Probanden auf, die jeweils abgebildeten Endlosschleifen mental zu „transformieren“. Die Versuchsperson sieht die Endlosschleifen in einer Start- und einer Zielansicht. Nun muss der Proband entscheiden, mit wie viel Grad (90° oder 180°) und in welche Drehrichtung (4 Drehmöglichkeiten) die jeweilige Endlosschleife mental zu rotieren ist, damit am Ende die Start-Ansicht der Ziel-Ansicht entspricht.

Die vorgegebene Version bestand aus insgesamt 23 Items. Die Versuchspersonen wurden davon in Kenntnis gesetzt, dass es für die Bearbeitung des EST kein zeitliches Limit gibt. Außerdem gab es die Antwortmöglichkeit „Ich weiß nicht“, um die Ratewahrscheinlichkeit zu minimieren.

Der Test gliederte sich zunächst in eine Instruktionsphase, in der die Probanden die Möglichkeit hatten die Aufgabenstellungen zur mentalen Rotation an einfacheren Objekten zu üben. Anschließend folgte eine erste Testphase, in der alle Testpersonen zehn Aufgaben bearbeiteten (Baseline). Hier wurde aber das erste Item als „Warm-up“ Item klassifiziert und ging nicht in die späteren Berechnungen mit ein. Danach folgte das Item Nr. 11, welches aus einem leeren Bildschirm bestand und die Testperson aufforderte nicht weiter zu arbeiten und sich an den Testleiter zu wenden. An dieser Stelle wurde den Teilnehmern dann die entsprechende Musik (Mozart oder Albinoni) eingespielt, während die Personen der Kontrollgruppe ersucht wurden in Stille sitzen zu bleiben. Darauf folgte dann eine zweite Testphase, in der die Personen zwölf weitere Aufgaben lösen sollten. Die Probanden blieben bis zur Beendigung der Untersuchung immer auf ihrem Platz sitzen.

Ein Beispiel-Item aus dem Endlosschleifentest ist in Abbildung 10 zu sehen.

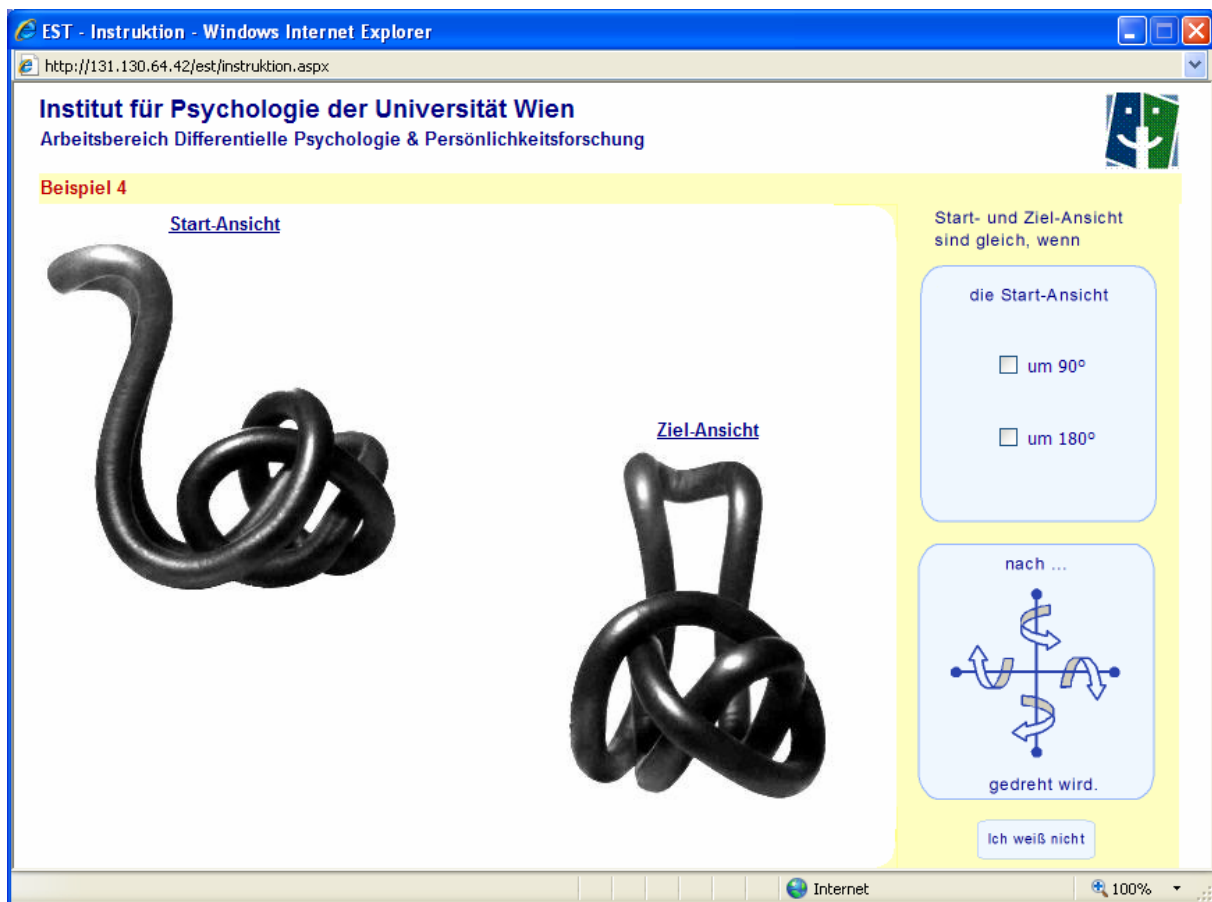


Abbildung 10 - Beispiel-Item aus webbasiertem Endlosschleifentest, Gittler & Arendasy, 2003

5.3.2 Die erhobenen Parameter

Die sechs psychophysiologischen Parameter wurden durch das Biofeedback-System NEXUS-10 von Mind Media, NL, welches in Abbildung 11 dargestellt ist, erhoben. Die Weiterleitung der Daten erfolgte über Bluetooth, wobei die Daten zeitgleich durch ein spezielles Computerprogramm gespeichert wurden. Die Datenerhebung erfolgte im Frühling und Sommer, genauer in den Monaten Mai und Juni 2008.



Abbildung 11 – Biofeedback-System NEXUS-10 von Mind Media, NL

Ableitungsorte der psychophysiologischen Daten:

- Der Hautleitwert wurde bei dieser Untersuchung an der nicht dominanten Hand, an Zeige- und Mittelfinger, abgeleitet. Ein Beispiel einer Messung ist in Abbildung 12 zu sehen.



Abbildung 12 – Hautleitwertsensoren

- Die Handtemperatur wurde während der durchgeführten Studie an der Unterseite des kleinen Fingers der nicht dominanten Hand erhoben. Dazu wurde ein Einzelthermistor verwendet, welcher hier in Abbildung 13 am Zeigefinger dargestellt ist.



Abbildung 13 – Handtemperatur-Einzelthermistor

- Die Pulsfrequenz wurde bei dieser Untersuchung an der nicht dominanten Hand, am Ringfinger, durch Photoplethysmographie gemessen. Wie dieses Messgerät aussieht, wird in Abbildung 14 gezeigt, wobei in jener Abbildung der Mittelfinger zur Veranschaulichung verwendet wurde.

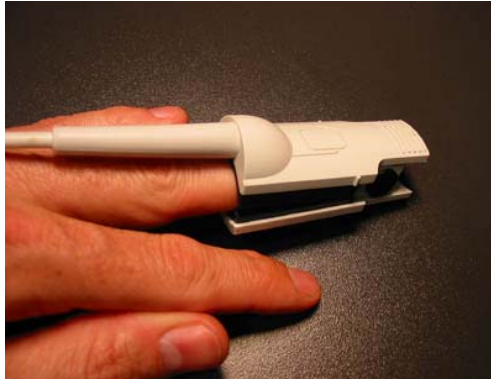


Abbildung 14 – Pulsfrequenz mit Photoplethysmographie

- In Abbildung 15 wird die Messung des Stirnmuskels durch ein Elektromyogramm (EMG M. frontalis) dargestellt. Die Ableitung erfolgte nach Cram, 1991. Bei der Untersuchung wurden zwei Silber/Silberchlorid – (Ag/AgCl) Elektroden verwendet.

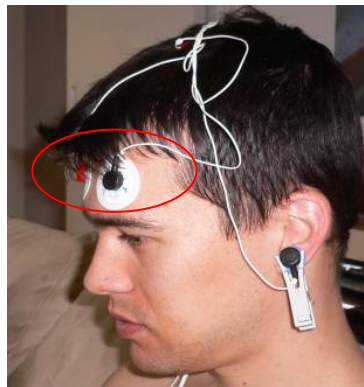


Abbildung 15 – EMG der Stirnmuskeln, Ableitung nach Cram, 1991

- Über den in Abbildung 16 dargestellten Atemgurt wurde die Atemfrequenz erhoben. In der vorliegenden Untersuchung wurde der Atemgurt wie in Position B angebracht.

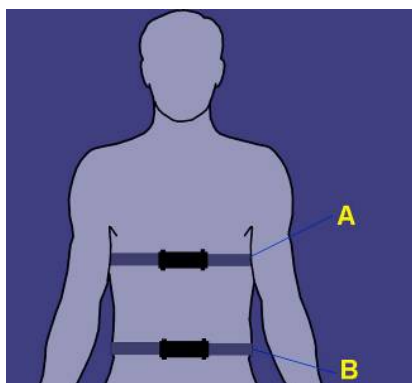


Abbildung 16 – Atemgurt

- Die Ableitung der Gehirnwellen über ein Elektroenzephalogramm (EEG) wurde zentral am Schädeldach, an der so genannten Position Cz, durchgeführt. Referenz war in diesem Fall das linke Ohr und Ground (Erdung) am rechten Ohr. Die beiden Elektroden an den Ohrkläppchen wurden mittels Ohrclips befestigt. Die Messung wurde wie in der nachfolgenden Abbildung 17 durchgeführt.



Abbildung 17 – EEG Cz, Ref. li. Ohr, Ground re. Ohr

Bei psychophysiologischen Daten, beziehungsweise Variablen, muss man häufig mit Ausgangswerteffekten rechnen (law of initial values, LIV, Wilder, 1957). Dies bedeutet, dass eine bestimmte physiologische Reaktion von dem vorhergehenden Ausgangswert abhängig ist. So kommt es beispielsweise bei Entspannung zu einer umso deutlicheren Abnahme der Muskulatur in der Stirn (M. frontalis), je höher der Wert vor der Entspannung war. Besonders bei der Berechnung von Veränderungswerten ist es somit erforderlich den Ausgangswerteffekt zu berücksichtigen. Dieses Prinzip ist in der Psychophysiologie von Bedeutung (Schandry, 1998).

Bei den psychophysiologischen Variablen wurde in den einzelnen Testabschnitten der Mittelwert berechnet. Im Allgemeinen wurde der Mittelwert über die letzte Minute eines Abschnittes berechnet, wobei die Messwerte als gemittelte Werte über einen Zeitabschnitt von 5 Sekunden vorlagen. Die Zeitspanne von einer Minute wurde gewählt, um bei der Ausscheidung von Artefakten ausreichend Werte für die Berechnung zu haben. In der vorliegenden Untersuchung wurde immer die letzte Minute eines Abschnittes gewählt, da sich die Reaktionen einer Person hier schon auf einem repräsentativen Niveau eingependelt haben und nicht von

Spontanreaktionen nach einem neuen Reiz zu Beginn des nächsten Abschnittes verzerrt werden (vgl. Schmid, 2000).

Zusätzliches zur automatischen Artefaktbereinigung wurden alle psychophysiologischen Daten auch sorgfältig manuell nach Artefakten untersucht. In Tabelle 1 sind der Ablauf der Testung und die ausgewählten Zeitspannen erläutert.

Tabelle 1 – Ablauf der Testung

Phasen	Dauer	Gewählte Zeiteinheit
Augen offen	2 Min.	Letzte Minute
Augen geschlossen	2 Min.	Letzte Minute
Instruktion	Ca. 5 Min.	Letzte Minute
Item 1-10	Ca. 5 Min.	Letzte Minute
Treatment	8 Min. 20 Sek.	Letzte Minute
Item 12-23	Ca. 6 Min.	Letzte Minute

In der nachfolgenden graphischen Darstellung kann man den Verlauf der psychophysiologischen Daten einer Testperson nachvollziehen.

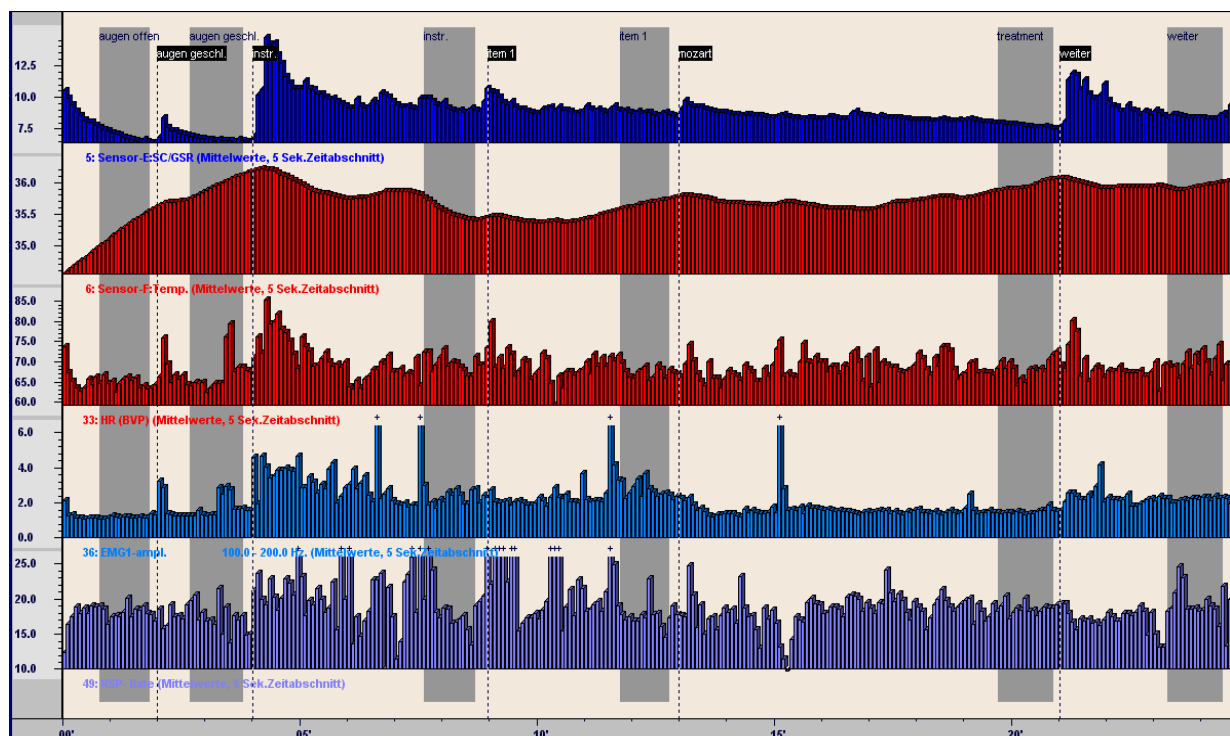


Abbildung 18 – Beispiel einer Testung einer Versuchsperson

In Abbildung 18 sind die folgenden fünf physiologischen Parameter in den Zeilen von oben nach unten zu sehen:

- Hautleitwert,
- Handtemperatur,
- Herzfrequenz,
- Elektromyogramm (EMG) der Stirnmuskulatur und
- Atemfrequenz.

Außerdem sind die sechs Abschnitte der Testung über die Zeit durch eine strichlierte Linie gekennzeichnet. Die Untersuchung begann mit einer Ruhephase, welche aus jeweils zweiminütigen Abschnitten mit geöffneten Augen sowie mit geschlossenen Augen bestand. Es folgte die Instruktionsphase, die ersten zehn Items, das Treatment und am Ende die restlichen zwölf Items. Grau unterlegt wurde hier immer die letzte Minute der Phase, die zur Berechnung verwendet wurde.

In der ersten Ruhephase erkennt man ein Absinken des Hautleitwertes von 10 auf 7 μS und eine Erhöhung der Handtemperatur, was auf Entspannung schließen lässt. Die Herzfrequenz liegt bei 65 Schlägen pro Minute. Das EMG liegt bei 1,8 μV und die Atemfrequenz bei durchschnittlich 18 Atemzügen pro Minute, wobei hier niedrigere Werte bei der Atemfrequenz, im Bereich von etwa 12-15, zu erwarten gewesen wären.

Man erkennt, dass die Aktivierung in der Instruktionsphase deutlich zunimmt, der Hautleitwert steigt von 6 μS auf 13 μS , die Handtemperatur sinkt etwas ab, die Herzfrequenz steigt kurzfristig auf 80 Schläge, das EMG ist etwas erhöht bei 3,8 μV und die Atemfrequenz liegt bei 21. Dies lässt auf eine kurzfristige Stressreaktion schließen, wobei man hier nicht von einer Orientierungsreaktion sprechen kann, da sonst beispielsweise die Herzfrequenz absinken hätte müssen. Die Stressreaktion ist vor allem im Hautleitwert und im EMG erkennbar. Für eine genauere Erklärung der Orientierungsreaktion siehe Kapitel 2.1.1. Die Werte sinken mit der Zeit zwar wieder etwas ab, jedoch erreichen sie nicht mehr den Entspannungswert vom Beginn.

Auch während der ersten zehn Items bleibt die Aktivierung auf einem mittleren Niveau. Der Hautleitwert liegt bei 8,8 μS , die Handtemperatur bei 35,6 °C, die Herzfrequenz bei 67, das EMG bei 2,8 μV und die Atemfrequenz bei 18.

Das Treatment war bei dieser Versuchsperson die Musik von Mozart. In dieser Phase nahm die Aktivierung ein wenig ab, die elektrodermale Aktivierung war bei ca. 7,8 μ S, die Temperatur stieg leicht an, das EMG sank auf 1,5 μ V und die Herzrate sowie die Atemfrequenz blieben gleich.

In der zweiten Itemphase, in welcher sich die Testung fortsetzte, wird eine kurzfristige Aktivierung, beziehungsweise Stress, sichtbar, welche aber nicht mehr das Ausmaß der Instruktionsphase erreicht. Die Werte liegen am Ende im Mittel bei 8,8 μ S, 36 °C, 70 Herzschläge, 2,2 μ V der Stirn und die Atemfrequenz bei 20.

5.4 Durchführung

Die Untersuchungen fanden ausschließlich als Einzeltestungen statt. Bei allen Teilnehmern erfolgte die Zuteilung zu einer der drei Bedingungen (Mozart, Albinoni oder Stille) per Losentscheid. Um möglichst vergleichbare Gruppen zu bekommen wurde als Nebenbedingung auf eine gleichmäßige Geschlechterverteilung in den Gruppen geachtet. Nach der Randomisierung begann das Prozedere die Person an das Biofeedbackgerät Nexus-10 von Mind Media, NL anzuschließen. Zuerst wurde der Atemgurt um den Brustkorb unterhalb des Rippenbogens angebracht. Gleich anschließend konnten die Sensoren an die nicht dominante Hand angeschlossen werden um folgende psychophysiologischen Parameter zu messen: Hautleitwert, Pulsfrequenz und Handtemperatur.

Danach brachte man eine Elektrode zur Messung der Gehirnwellen am Kopf zentral am Schädeldach an der Stelle Cz (siehe Abbildung 19) an. Es wurden die Bezugspunkte Nasion, der Übergang vom Nasenrücken zur Stirn und Inion, die Einbuchtung am Hinterhauptsknöchen, ertastet. Somit konnte der Abstand zwischen Nasion und Inion mit Hilfe eines Maßbandes abgemessen werden. Entlang dieser Mittellinie erfolgte die Platzierung der Elektrode an der ausgemessenen Stelle am Mittelpunkt Cz. Davor musste aber eine vorangehende Präparation der Kopfhaut mithilfe einer Nuprep-Paste erfolgen. Anschließend konnte die Elektrode dann mit der Elektrodenpaste Ten-20, welche eine einwandfreie Haftung garantierte, an der entsprechenden Stelle platziert werden. Somit konnte ein gutes Signal empfangen werden. Ebenso, in der gleichen Vorgangsweise, wurden die Ohrklappen zur Ableitung des Elektroenzephalogramms vorbereitet und mittels eines Ohrclips

befestigt. Am linken Ohr befand sich bei jeder Messung die Referenz-Elektrode und auf dem rechten Ohr die Erdungs-Elektrode.

Das internationale 10-20 System zur Platzierung der Elektroden nach Jasper (1958) ist in Abbildung 19 zu sehen.

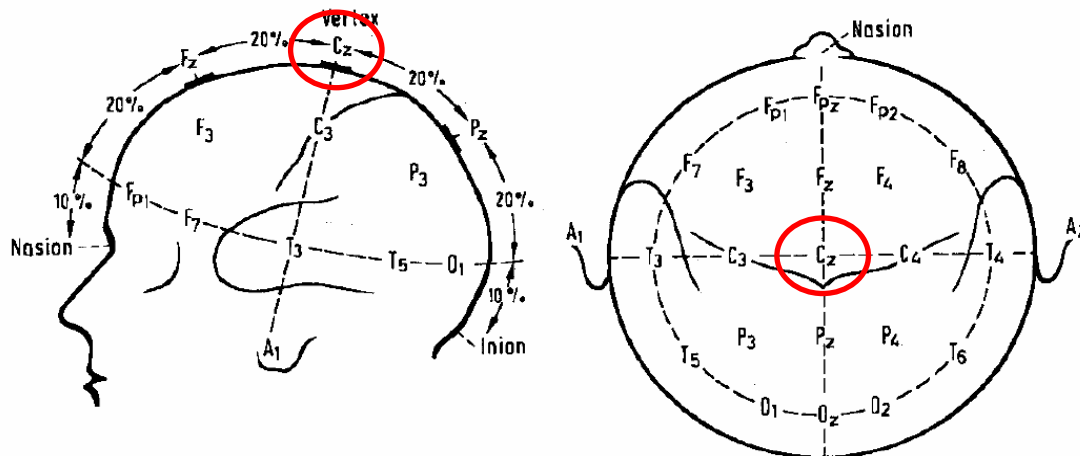


Abbildung 19 – Elektrodenpositionen nach dem internationalen 10-20 System nach Jasper, 1958, (Schandry,1998), S.231

Zum Schluss wurden auf der Stirn zwei Elektroden links und rechts angebracht. Hierbei kamen Silber/Silberchlorid (Ag/AgCl) – Klebeelektroden der Firma Swaromed Nessler Medizintechnik mit einem Durchmesser von 4 cm zur Anwendung (siehe Abbildung 20). Zur vorherigen Hautpräparation reinigte man die betreffenden Stellen mit Wundbenzin. Vor jeder einzelnen Testung wurde die korrekte Messung aller Parameter nochmals überprüft, um eventuell defekte Elektroden auswechseln zu können.



Abbildung 20 – Eine Ag/AgCl Klebeelektrode

Anschließend wurden die Probanden grob über den Ablauf der Testung informiert und dahin gehend aufgeklärt, dass ihre Daten anonym und streng vertraulich behandelt werden. Es erging ebenso die Bitte an alle Versuchspersonen, sich möglichst wenig zu bewegen, um wenige Störeinflüsse bei den Messungen zu garantieren.

Nach der Testung erfolgte für die Probanden eine detaillierte persönliche Rückmeldung sowohl über ihren Punktescore im Endlosschleifentest (EST) als auch über ihre psychophysiologischen Daten. Die Versuchspersonen erhielten anhand einer graphischen Darstellung, welche die Reaktionsverläufe zeigte, eine Erklärung über alle Vorgänge und Funktionen der gemessenen Parameter über die komplette Testungsdauer (siehe dazu Abbildung 18 in Kapitel 5.3.2).

5.4.1 Musik

Die Versuchspersonen wurden zwei Musikbedingungen und einer Kontrollbedingung – **Stille** – ausgesetzt, welche jeweils 8 Minuten und 24 Sekunden andauerten.

Musikbedingung 1: Wolfgang Amadeus **Mozart**: Sonata for two pianos in D-Dur, KV 448 (1. Satz, Allegro con spirito). – Diese Musik wurde auch in der Originalstudien von Rauscher et al. (1993, 1995) verwendet.

Musikbedingung 2: das Adagio von Tomaso **Albinoni** in G-Moll für Orgel und Streicher – diese Musik wurde in der Studie von Thompson, Schellenberg & Husain (2001) schon verwendet.

Die Musikstücke wurden so zusammengestellt, dass sie dieselbe Lautstärke und dieselbe Länge beim Abspielen hatten.

Empirischer Teil

6 Forschungshypothesen

In den meisten Studien zum Mozart Effekt wurde die autonome Aktivierung, sofern diese überhaupt behandelt wurde, nur subjektiv durch Selbsteinschätzungen der Versuchspersonen erhoben. Daher steht im Vordergrund des Interesses die Erfassung des Mozart Effekts und der psychophysiologischen Daten zur objektiven Messung der Aktivierung.

Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen:

1. Kann der Mozart Effekt repliziert werden? Gibt es eine Leistungssteigerung im räumlichen Vorstellungsvermögen durch das Hören der Mozartsonate KV 448 im Gegensatz zu der Kontrollgruppe?
2. Kann ein ähnlicher Effekt durch andere Musik (Albinoni) von gleicher Dauer und unterschiedlichem musikalischem Charakter erzeugt werden?
3. Lassen sich dabei in den verschiedenen Treatment-Bedingungen Unterschiede in der Aktivierung erkennen? Die Aktivierungs-Stimmungshypothese (Thompson et al., 2001) soll überprüft werden.
4. Zusätzlich soll noch überprüft werden, ob es Geschlechtsunterschiede bezüglich der Raumvorstellungsfähigkeit gibt.

7 Ergebnisse

7.1 Methodische Vorüberlegungen

Die Hauptannahme dieser Diplomarbeit, dass das Hören der Mozartsonate in D-Dur (KV 448) eine Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens über einen bestimmten Zeitraum bewirkt, wurde untersucht. Ebenso wurde objektiv erhoben, ob es einen Unterschied in den drei Gruppen durch das Treatment in der Aktivierung gibt.

Es wird ein Alpha-Niveau von 5 % für die Überprüfung der Hypothesen festgelegt. Alle Hypothesen werden zweiseitig getestet. Es wird eine Alpha-Adjustierung bei mehreren, gleichzeitigen Signifikanztests gegen eine Nullhypothese vorgenommen. Dies verhindert eine Verfälschung durch eine Alpha-Fehler-Kumulierung (Bortz, 2005).

Die Alpha-Adjustierung ist in der vorliegenden Arbeit durch eine Fußnote gekennzeichnet.

7.1.1 Fähigkeitsparameter

In dieser Arbeit werden die Leistungen der Probanden im Endlosschleifentest mittels Fähigkeitsparametern dargestellt. Diese Fähigkeit der Versuchspersonen wird aufgrund von – aus dem zugehörigen Itempool – bekannten Leichtigkeitsparametern der Testaufgaben und der Anzahl der gelösten Items geschätzt. Da das Rasch-Modell gültig ist und die Fähigkeitsparameter über Intervallskalenniveau verfügen, können diese Parameter der unterschiedlichen Testabschnitte miteinander verglichen werden. Diese Fähigkeitsparameter wurden freundlicher Weise von Ao. Univ.-Prof. Dr. Georg Gittler berechnet und zur Verfügung gestellt.

Von den vorgegebenen 22 Items des Endlosschleifentests gehen schlussendlich nur 21 in die Berechnung ein, um zu sehen, ob ein Mozart Effekt existiert oder nicht. Es soll die Annahme geprüft werden, ob das Hören der Mozartsonate in D-Dur (KV 448) für zwei Klaviere eine Verbesserung der räumlichen Vorstellungsfähigkeit über einen begrenzten Zeitraum bewirkte.

Dazu eine nochmalige Übersicht der Items aus dem Endlosschleifentest für alle drei Gruppen:

Item 1: Das „Warm Up“-Item – dieses wird bei allen 3 Gruppen ausgeschieden und nicht in die Berechnungen mit einbezogen.

Items 2-10: bilden die „Baseline“; alle drei Gruppen bearbeiteten diese neun Items unter den gleichen Bedingungen noch vor dem jeweiligen Treatment

„Item 11“: hier wird das jeweilige Treatment durchgeführt: Mozart, Albinoni oder Stille

Item 12-23: bilden den gesamten Postteil, die Items 12-17 bilden die erste Itemgruppe nach dem jeweiligen Treatment (P1) und die Items 18-23 die zweite Posttreat-Gruppe (P2).

Tabelle 2 soll den Zusammenhang zwischen den Rohwerten und den dazu gehörigen Fähigkeitsparametern für die Baseline (B), den gesamten Posttreatmentteil (Post), sowie für die beiden Teile Posttreatment-Teil 1 und Posttreatment-Teil 2 (P1 und P2) einzeln nach der Musik bzw. der Stille veranschaulichen. Ebenso wird die Anzahl der Personen, die den entsprechenden Score erreichten, angegeben.

Tabelle 2 – Überblick zur Rohwertverteilung und den dazu gehörigen Fähigkeitsparametern

Rohwertverteilung								
RW	B	n	Post	n	P1	n	P2	n
0	-3,2040	3	-3,5346	2	-3,0986	9	-2,6208	8
1	-1,9385	10	-2,2972	5	-1,7783	11	-1,1381	22
2	-1,2420	12	-1,6366	8	-0,9995	15	-0,2695	17
3	-0,6961	13	-1,1387	9	-0,3266	17	0,4186	30
4	-0,2045	25	-0,7132	8	0,3728	18	1,0753	20
5	0,2789	15	-0,3241	13	1,235	26	1,8486	18
6	0,7908	16	0,0485	11	2,6874	24	3,1463	5
7	1,3769	13	0,4193	15	-		-	
8	2,1300	10	0,8033	11	-		-	
9	3,4595	3	1,2212	17	-		-	
10	-		1,7102	7	-		-	
11	-		2,3615	11	-		-	
12	-		3,5902	3	-		-	

RW = Rohwert, B = Baseline, Post = Items nach dem Treatment, P1 = Posttreatment-Teil 1, P2 = Posttreatment-Teil 2, n = Anzahl der Personen, die den jeweiligen Score erreichten

Auf alle Items des gesamten Endlosschleifentests bezogen gab es keine Versuchspersonen welche kein Item oder alle 22 Items lösen konnten.

7.1.2 Verwendete statistische Verfahren

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS 16.0 für Windows. Es gingen im Allgemeinen die Daten von 120 Versuchspersonen in die Auswertung ein. Aus dem Grund, dass psychophysiologische Daten artefaktanfällig sind (z.B. durch Bewegungen), ist zu erwarten, dass nicht immer der volle Stichprobenumfang in die Berechnungen mit eingehen kann.

Anfangs werden die Ergebnisse zur Überprüfung der Raumvorstellungsleistung mittels Endlosschleifentest (EST) dargestellt. Im Anschluss daran werden die psychophysiologischen Parameter separat analysiert.

7.1.3 Versuchspersonen

Vor Beginn der Auswertung wurde die Stichprobe einer umfangreichen Analyse unterzogen. Die Gesamtstichprobe umfasste $n=120$ Probanden im Alter von 18-58 Jahren. Die Personen wurden aus dem Freundes- und Bekanntenkreis rekrutiert. Die Stichprobe kann folgendermaßen charakterisiert werden:

Von den 120 Personen nahmen 60 Frauen und 60 Männer an der Untersuchung teil. Die Testpersonen wurden den drei Gruppen randomisiert zugeteilt, wobei als Nebenbedingung auf gleiche Gruppengrößen und gleichmäßige Geschlechterverteilung in den einzelnen Gruppen geachtet wurde.

Das Durchschnittsalter der Gesamtstichprobe lag bei 28,8 Jahren, mit einer Standardabweichung von 10,1 Jahren. Die Altersverteilung auf die drei Gruppen erwies sich ebenso als gleichmäßig.

Der Bildungsgrad der Teilnehmer wurde auf einer fünfstufigen Skala erhoben. Die Probanden mussten ihre derzeit höchste abgeschlossene Schulbildung angeben und ob sie im Laufe ihrer Schulausbildung das Unterrichtsfach Darstellende Geometrie besucht hatten.

50,8 % der Personen gaben an, als höchste abgeschlossene Schulbildung, die Matura gemacht zu haben. 20,0 % hatten ein niedrigeres Ausbildungsniveau und 29,2 % eine höhere Ausbildung als die Matura.

Von den 120 Personen besuchten insgesamt 43 das Schulfach „Darstellende Geometrie“, wobei diese Personen auf die Gruppen annähernd gleich verteilt waren.

Die Verteilung der verschiedenen Variablen auf die 3 Versuchsbedingungen, also eine Analyse über eventuelle Gruppenunterschiede, ist Tabelle 3 zu entnehmen:

Tabelle 3 – Deskriptive Statistiken für alle drei Versuchsgruppen

Deskriptive Statistik							
	Geschlecht (Anzahl n)		Alter		Ausbildung (Anzahl n)		
Gruppen	Männlich	Weiblich	MW	SD	1.St.	2.St.	3.St.
Stille (n = 40)	20	20	27,32	8,82	10	20	10
Mozart (n = 40)	20	20	29,28	10,46	8	19	13
Albinoni (n = 40)	20	20	29,92	10,89	6	22	12

MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, 1.St. = Ausbildungsstufe niedriger als Matura, 2.St. = Bildungsgrad Matura, 3.St. = Ausbildungsstufe oberhalb Maturaniveau, n = Anzahl der Personen

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass sich die drei Gruppen bezogen auf den Mittelwert des Alters kaum unterscheiden. In Abbildung 21 wurde noch eine Grafik mit den Häufigkeiten des Bildungsgrades in den drei Gruppen erstellt. Es ist mit freiem Auge zu erkennen, dass die Verteilung des Bildungsgrades in den drei Gruppen ebenso annähernd gleich verteilt ist.

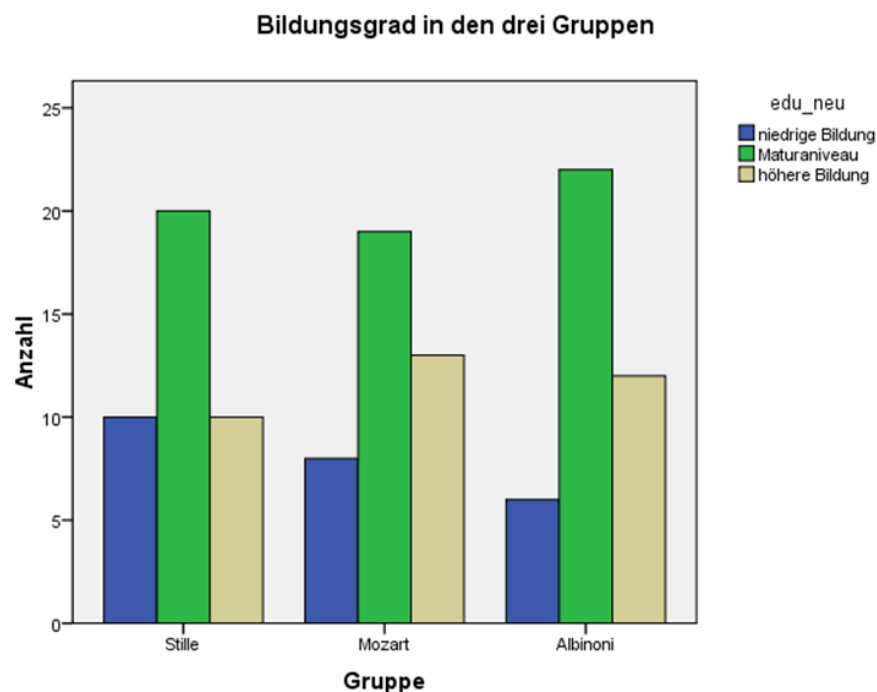


Abbildung 21 – Bildungsgrad in den drei Gruppen

7.2 Überprüfung der Randomisierung

Die Teilnehmer dieser Untersuchung wurden per Losentscheid einer der drei Gruppen zugeteilt. Nun muss überprüft werden, ob diese zufällige Zuteilung gelungen ist. Dazu wird eine Varianzanalyse über die Baseline der ersten 9 Items aus dem Endlosschleifentest (EST) berechnet. In der Baseline sollten sich die Versuchspersonen nicht signifikant unterscheiden, damit die Randomisierung als gelungen angesehen werden kann. Die deskriptiven Statistiken und die Ergebnisse der Varianzanalyse sind Tabelle 4 zu entnehmen. Die Fähigkeitsparameter sind hier die abhängige Variable, wobei zum besseren Verständnis auch in der ersten Tabelle die durchschnittlich gelösten Items der Baseline angegeben werden.

Die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen ist gegeben (der Levene-Test ist nicht signifikant mit $p=0,085$).

Tabelle 4 – Überprüfung der Randomisierung in der Baseline

Deskriptive Statistik				
Gruppen	Mittelwert der Fähigkeitsparameter	Standardabweichung	durchschnittlich gelöste Items	n
Mozart	0,360620	1,4721108	4,92	40
Albinoni	-0,120215	1,3402986	4,2	40
Stille	-0,031612	1,1427079	4,42	40

Anmerkung: n = Anzahl der Versuchspersonen

Varianzanalyse					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	5,239	2	2,619	1,491	0,229

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Es zeigen sich in der Baseline – also vor dem Treatment – bei den Fähigkeitsparametern der Versuchspersonen keine signifikanten Unterschiede. Die Personen in den drei Gruppen konnten alle ähnlich viele Items der neun vorgegebenen Items des Endlosschleifentests lösen.

7.3 Unterschiede zwischen den Gruppen

Um den Verlauf einer Leistungssteigerung der Raumvorstellungsfähigkeit in den jeweiligen Gruppen zu analysieren, wird der zweite Testteil nach dem Treatment zunächst im Gesamten betrachtet und dann zusätzlich noch in insgesamt zwei Abschnitte geteilt, um einen möglichen zeitnahen Effekt nach dem Treatment erkennen zu können.

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Fähigkeitsparameter in den Abschnitten werden auf die Gruppen aufgeteilt dargestellt. Um die Ergebnisse besser nachvollziehen zu können wird auch die entsprechende Anzahl der durchschnittlich gelösten Items im Endlosschleifentest (EST) in Tabelle 5 aufgelistet.

Tabelle 5 – Deskriptive Statistiken der verschiedenen Testteile

Deskriptive Statistiken					
	Gruppen	MW der Fähigkeitsp.	Standard-abweichung	durchschnittlich gelöste Items	n
Baseline (9 Items)	Stille	-,031613	1,1427079	4,42	40
	Mozart	,360620	1,4721108	4,92	40
	Albinoni	-,120215	1,3402986	4,2	40
Posttest gesamt (12 Items)	Stille	0,241555	1,5384353	6,42	40
	Mozart	0,378680	1,3438673	6,78	40
	Albinoni	0,212840	1,4090063	6,4	40
P1 (6 Items)	Stille	,224645	1,7260726	3,6	40
	Mozart	,414212	1,6139777	3,78	40
	Albinoni	,244258	1,7862057	3,58	40
P2 (6 Items)	Stille	,253865	1,4957536	3,82	40
	Mozart	,381390	1,1770680	3	40
	Albinoni	,172350	1,3637558	2,82	40

Anmerkung: P1 = Posttest Teil 1, P2 = Posttest Teil 2, n = Anzahl der Versuchspersonen

Da in den Baselineparametern keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen zu erkennen waren, wird hier ebenso eine Varianzanalyse angewendet, um den gesamten Posttest zu analysieren. Später werden dann auch die beiden Posttreatment-Abschnitte (P1 und P2) einzeln genauer betrachten. Der Levene-Test überprüft die Voraussetzung der Homogenität der Varianzen. Dieser liefert in allen drei Varianzanalysen ein nicht signifikantes Ergebnis ($p=0,660$; $p=0,553$ und $p=0,395$). Dies bedeutet, dass Varianzhomogenität gegeben ist.

In Tabelle 6 werden die drei Gruppen im gesamten Postteil und dann in den beiden Abschnitten verglichen.

Tabelle 6 – Unterschiede in den Posttreatment-Teilen zwischen den Gruppen

Einfaktorielle Varianzanalyse:

Posttest gesamt (12 Items)

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	0,628	2	0,314	0,156	0,856

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen im gesamten Postteil nach dem Treatment.

Einfaktorielle Varianzanalyse:

Posttest Teil 1 (die ersten 6 Items im 2.Abschnitt)

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	0,869	2	0,435	0,149	0,862

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Einfaktorielle Varianzanalyse:

Posttest Teil 2 (die letzten 6 Items im 2.Abschnitt)

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	0,888	2	0,444	0,243	0,785

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Es ergeben sich auch hier keine signifikanten Gruppenunterschiede – weder im ersten Posttreatment-Abschnitt (P1), noch im zweiten (P2).

Im Folgenden wird noch zusätzlich die Baseline als Kovariate miteinbezogen. Diese Kovarianzanalyse wurde in mehreren bisher referierten Studien ebenso verwendet (Rideout et al., 1998; Steele et al., 1999). In dieser Untersuchung werden die mittleren Fähigkeitsparameter in den verschiedenen Treatmentbedingungen – also Gruppen – miteinander verglichen und die Baseline wird konstant gehalten. In diesem Fall wird der Posttest Teil 1 genauer betrachtet, da sich hier ein möglicher Mozart Effekt abbilden könnte. Die Ergebnisse werden in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7 – Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in P1 unter Einbeziehung der Baselineparameter

Kovarianzanalyse

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	0,404	2	0,202	0,092	0,912
Baseline	87,322	1	87,322	39,739	0,001*

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Es kann wieder kein Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden, wobei aber ein signifikanter Einfluss der Baselineparameter zu erkennen ist.

Um noch eine andere Variante heranzuziehen, werden die Differenzen der Fähigkeitsparameter von Posttreat-Teil 1 (P1) und der Baseline gebildet, bzw. von Posttreat-Teil 2 (P2) und der Baseline. Es ist aber zu erwarten, dass sich auch hier keine Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen abbilden.

Die Baseline stellt damit die Referenzmessung dar. Die Voraussetzungen wurden mittels Levene-Test überprüft ($p=0,147$ und $p=0,948$). Die Ergebnisse werden in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8 – Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in den Differenzen von Treat 1–Baseline und Treat 2–Baseline

Einfaktorielle Varianzanalyse

Posttest Teil 1 – Baseline

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	1,992	2	0,996	0,417	0,660

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Einfaktorielle Varianzanalyse

Posttest Teil 2 – Baseline

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	1,920	2	0,960	0,488	0,615

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Auch in den Leistungsdifferenzen zwischen den beiden Posttreat-Teilen 1 und 2 und der Baseline unterscheiden sich die Versuchsgruppen, wie angenommen, nicht signifikant voneinander.

Nachfolgend in Tabelle 9 werden die deskriptiven Statistiken angeführt.

Tabelle 9 – Deskriptive Statistik der Differenzen der Gruppen

Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
Differenz Teil 1	Stille	0,256258	1,73120	40
	Mozart	0,053593	1,55254	40
	Albinoni	0,364472	1,32927	40
Differenz Teil 2	Stille	0,285478	1,39212	40
	Mozart	0,020770	1,30697	40
	Albinoni	0,292565	1,50258	40

Graphisch werden die Mittelwert-Differenzen in Abbildung 22 veranschaulicht. Die Leistungsanstiege unterscheiden sich nicht signifikant voneinander.

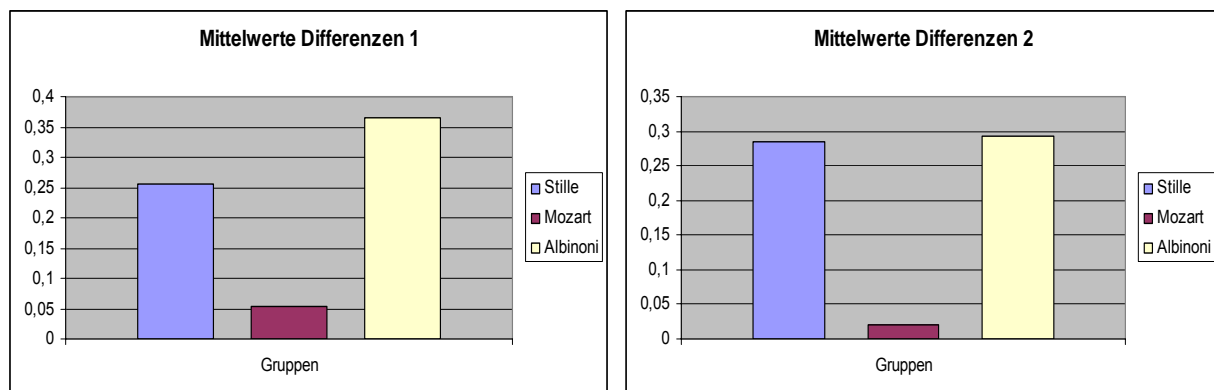


Abbildung 22 – Mittlere Differenzen von Posttreat 1-Baseline und Posttreat 2-Baseline; die Leistungsanstiege sind getrennt nach Treatmentbedingungen

Zusammenfassend deuten die Ergebnisse darauf hin, dass sich weder die drei Untersuchungsgruppen, noch die Bedingungen (Treatments) in Bezug auf die Raumvorstellungsleistung signifikant voneinander unterscheiden.

7.4 Geschlechtsunterschiede

In diesem Abschnitt werden nun die Geschlechtsunterschiede und die geschlechtsspezifischen Effekte untersucht.

Anfangs wird über einen t-Test für unabhängige Stichproben analysiert, ob sich Männer und Frauen in den ersten neun Items der Baseline im Endlosschleifentest (EST) in den Fähigkeitsparametern voneinander unterscheiden. Diese sind noch nicht durch ein Treatment beeinflusst. Das Ergebnis ist Tabelle 10 zu entnehmen.

Tabelle 10 – Unabhängiger t-Test zu den Baselineunterschieden zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

Unabhängiger t-Test						
n Männer	n Frauen	MW Männer	MW Frauen	SD Männer	SD Frauen	Signifikanz
60	60	0,464372	-0,325177	1,1727109	1,3710051	0,012*

n = Anzahl der Versuchspersonen, MW = Mittelwert, SD = Standardabweichung, Signifikanz = signifikanter Unterschied des Mittelwerts der Baseline

Es besteht also ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern, welcher zu Gunsten der männlichen Versuchspersonen ausfällt. Dies ist auch plausibel bezüglich der vorgestellten Theorien in Kapitel 4.1.7.

Weiters soll nun die Randomisierung geprüft werden, ob dieser Geschlechtsunterschied schon vor dem Treatment in den einzelnen Gruppen aufgetreten ist. Dazu wird eine zweifaktorielle Varianzanalyse über die drei Gruppen und das Geschlecht berechnet, welche in Tabelle 11 aufgezeigt wird. Der Levene-Test ist mit $p=0,062$ nicht signifikant.

Tabelle 11 – Überprüfung der Geschlechtsunterschiede in der Baseline pro Versuchsgruppe

Zweifaktorielle Varianzanalyse					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	5,239	2	2,619	1,606	0,205
Geschlecht	18,702	1	18,702	11,465	0,001*
Wechselwirkungen	0,852	2	0,426	0,261	0,771

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Aus Tabelle 11 wird ersichtlich, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen gibt. In der Grafik in Abbildung 23 sieht man, dass Männer eine signifikant bessere Leistung erbrachten als Frauen. Da es aber keine signifikante Wechselwirkung zwischen den beiden Geschlechtern und der Gruppenzugehörigkeit gibt, kann man davon ausgehen, dass der Unterschied in den drei Gruppen gleichartig gegeben ist.

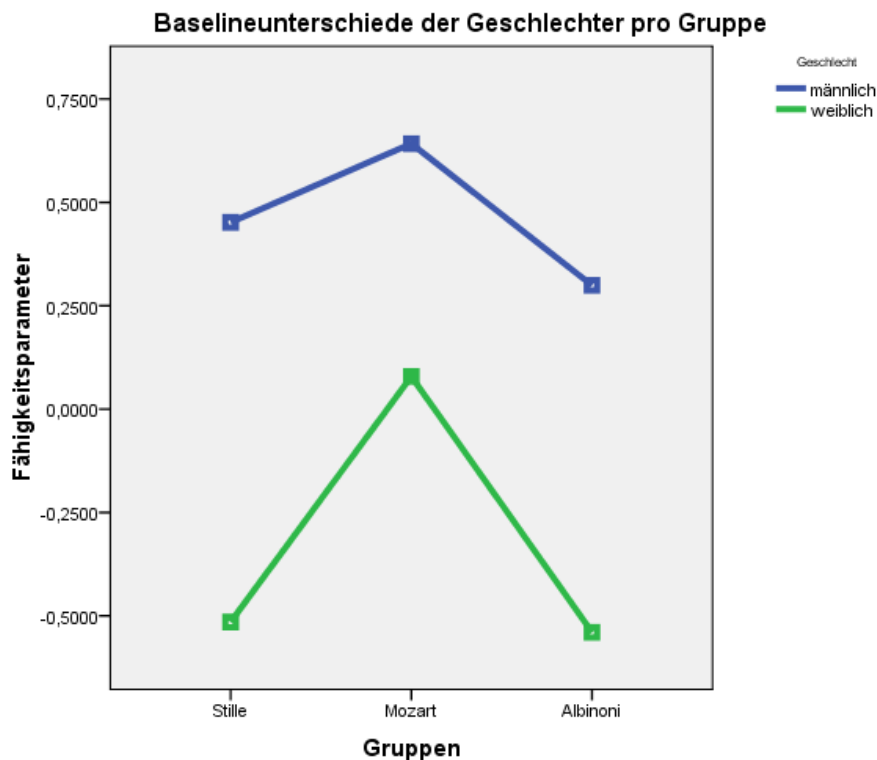


Abbildung 23 – Baselineunterschiede der Geschlechter für jede Gruppe

Ebenso soll noch eine zweifaktorielle Varianzanalyse nach dem Treatment berechnet werden. Später werden auch der erste Posttreatment-Abschnitt (P1) und der zweite Abschnitt (P2) getrennt betrachtet. Der Levene-Test ist in allen folgenden drei Analysen nicht signifikant. Die Ergebnisse werden in Tabelle 12 und in Abbildung 24 dargestellt.

Tabelle 12 – Überprüfung der Geschlechtsunterschiede im gesamten Posttest
Posttest gesamt

Zweifaktorielle Varianzanalyse					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	0,628	2	0,314	0,188	0,829
Geschlecht	44,700	1	44,700	26,782	0,001*
Wechselwirkungen	0,652	2	0,326	0,195	0,823

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

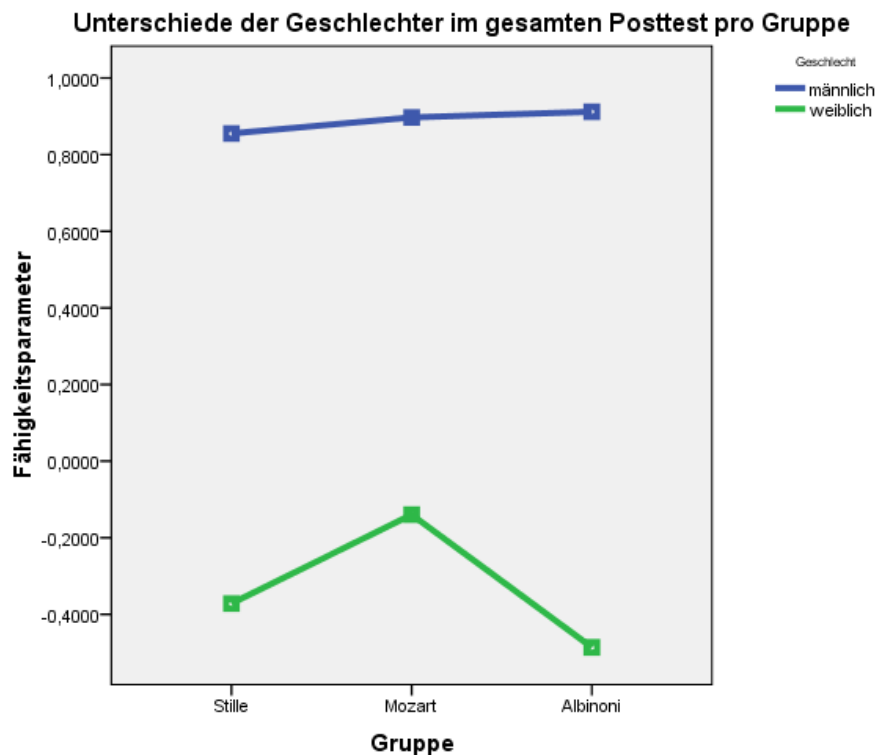


Abbildung 24 – Unterschiede der Geschlechter im gesamten Posttest pro Gruppe

in Posttreat Teil 1

Zweifaktorielle Varianzanalyse					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	0,869	2	0,435	0,171	0,843
Geschlecht	51,191	1	51,191	20,093	0,001*
Wechselwirkungen	0,588	2	0,294	0,115	0,891

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Posttreat Teil 2

Zweifaktorielle Varianzanalyse					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	0,888	2	0,444	0,284	0,753
Geschlecht	30,671	1	30,671	19,613	0,001*
Wechselwirkungen	4,881	2	2,441	1,561	0,214

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Der Geschlechtsunterschied ist in allen Analysen höchst signifikant.

Es zeigt sich außerdem, ebenso wie in der Baseline, dass sich weder die Gruppen voneinander signifikant unterscheiden, noch dass es eine Wechselwirkung gibt.

Aus Abbildung 24 wird ersichtlich, dass die männlichen Versuchspersonen schon vor dem Treatment die bessere Leistung erbringen und auch über die Dauer der gesamten Testung besser sind.

Im Anschluss sollen nun die beiden Geschlechter anhand einer Varianzanalyse mit Messwiederholung zu drei Zeitpunkten (Baseline, Posttreat Teil 1 und Teil 2) getrennt untersucht werden. Es wird hier der Frage nachgegangen, ob sich die Gruppen untereinander innerhalb der Geschlechter unterscheiden. Die Homogenität der Varianzen ist gegeben. Die Ergebnisse werden folgend in Tabelle 13 aufgelistet.

Tabelle 13 – Veränderung der männlichen Fähigkeitsparameter über drei Testabschnitte

Varianzanalyse mit Messwiederholungen – männlich

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	7,192	2	3,596	3,638	0,029*
Gruppe	0,441	2	0,221	0,070	0,933
Zeit*Gruppe	2,959	4	0,740	0,748	0,561

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Zeit*Gruppe = Wechselwirkungen, Alpha-Niveau = 0,05.

Es bestehen in keinem Abschnitt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bei den männlichen Versuchspersonen. Die Zeitpunkte unterschieden sich zwar signifikant voneinander, aber es gibt keine Wechselwirkung. Dies deutet auf eine gleichartige Treatmentwirkung in den drei Gruppen hin. Bei Post hoc Analysen der Zeitpunkte zeigt sich, dass sich der Posttreat 1-Zeitpunkt signifikant von den beiden anderen unterscheidet. Dieses Ergebnis für die männlichen Personen wird in Abbildung 25 graphisch veranschaulicht.

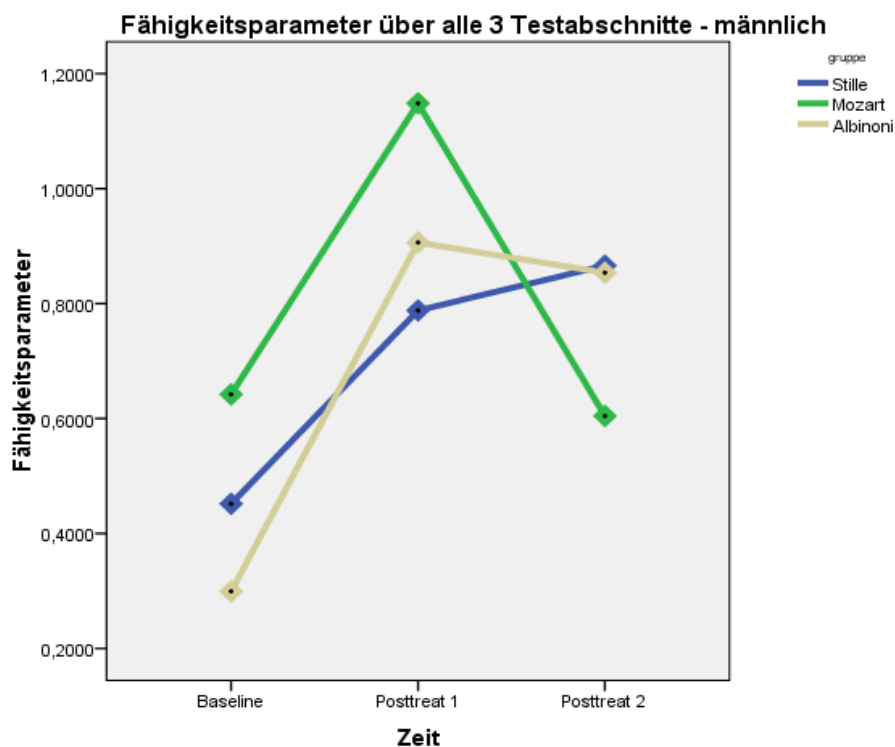


Abbildung 25 – Männliche Fähigkeitsparameter über alle drei Messzeitpunkte

Die Ergebnisse der weiblichen Versuchspersonen werden in Tabelle 14 dargestellt und in Abbildung 26 graphisch veranschaulicht.

Tabelle 14 – Veränderung der weiblichen Fähigkeitsparameter über drei Testabschnitte

Varianzanalyse mit Messwiederholungen – weiblich

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	0,480	2	0,240	0,198	0,821
Gruppe	0,7235	2	3,618	0,925	0,402
Zeit*Gruppe	2,682	4	0,671	0,553	0,697

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Zeit*Gruppe = Wechselwirkungen, Alpha-Niveau = 0,05.

Auch bei den weiblichen Versuchspersonen gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Außerdem unterscheiden sich auch die Zeitpunkte nicht voneinander und es gibt ebenso keine Wechselwirkung.

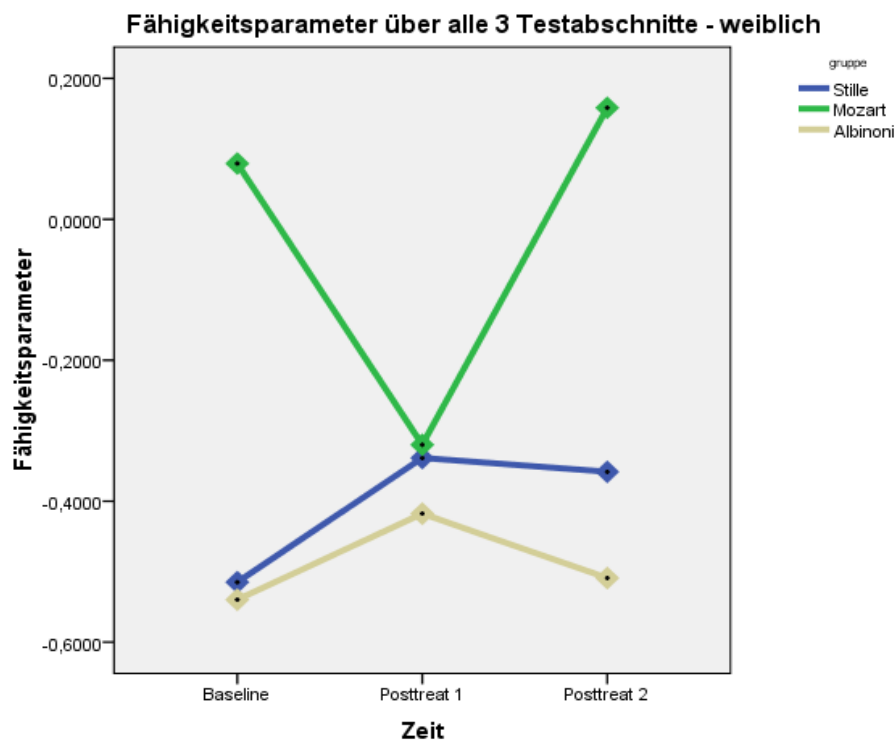


Abbildung 26 – Weibliche Fähigkeitsparameter über alle drei Messzeitpunkte

Zusammenfassend kann man sagen, dass ein geschlechtsspezifischer Unterschied in der räumlichen Vorstellungsfähigkeit im Endlosschleifentest besteht. Männliche Versuchspersonen konnten signifikant mehr Items korrekt lösen als weibliche Probanden. Aber die drei Gruppen, getrennt nach Geschlechtern betrachtet, unterscheiden sich diesbezüglich nicht.

7.5 Psychophysiologische Daten

Bei psychophysiologischen Daten beziehungsweise Variablen muss man häufig mit Ausgangswerteffekten rechnen (law of initial values, LIV, Wilder, 1957), was so viel bedeutet, dass eine bestimmte physiologische Reaktion von dem vorhergehenden Ausgangswert abhängig ist. Dieses Prinzip ist in der Psychophysiologie von Bedeutung. In den vorliegenden Analysen wurde dieses Gesetz nur insofern berücksichtigt, da es bei der Interpretation des Reaktionsverhaltens individuelle Unterschiede gibt. Es sollte bei spezifischen Aussagen immer das anfängliche Niveau einer Versuchsperson bzw. der Ausgangswert beachtet werden.

Bei den psychophysiologischen Variablen wurde in den einzelnen Testabschnitten der Mittelwert berechnet. Im Allgemeinen wurde der Mittelwert über eine Minute berechnet, wobei die Messwerte als gemittelte Werte über einen Zeitabschnitt von 5 Sekunden vorlagen. Die Zeitspanne von einer Minute wurde gewählt, um bei der Ausscheidung von Artefakten ausreichend Werte für die Berechnung zu haben (vgl. Schmid, 2000). In die Analyse ging jeweils die letzte Minute eines Abschnittes zur Berechnung ein. Insgesamt gab es sechs Abschnitte.

Diese sind:

- Augen offen
- Augen geschlossen
- Instruktion
- Baseline (Items 1-9)
- Treatment und
- Gesamter Posttest (P1 + P2)

Bei allen psychophysiologischen Daten wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung bei den letzten drei oben aufgelisteten Abschnitten (Baseline, Treatment und gesamter Posttest) gerechnet, um die Unterschiede in den drei Gruppen (Mozart, Stille und Albinoni) über diese Zeitpunkte der Untersuchung zu überprüfen.

Zusätzlich wurde noch untersucht, ob sich die beiden Musik-Gruppen (Mozart und Albinoni) zusammen genommen von der Stille Gruppe unterscheiden. Es interessierte hier, ob die Musik an sich einen Effekt bewirkt. Auch hier wurde eine Varianzanalyse mit Messwiederholung zu drei Zeitpunkten gerechnet. Die Ergebnisse werden folgend für jeden erhobenen Parameter dargestellt.

7.5.1 Hautleitwert

Um eine Übersicht zu geben, sind in Tabelle 15 Mittelwerte und Standardabweichungen des Hautleitwerts in μS in den zwei Abschnitten des Endlosschleifentests (Baseline und Posttest gesamt) und während des Treatments für jede der drei Gruppen dargestellt. Der Hautleitwert hängt mit der individuellen Schweißproduktion zusammen – Richtwerte können hier nur schwer gegeben werden. Höhere Werte deuten auf eine stärkere Aktivierung hin.

Tabelle 15 – Hautleitwert in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest

Hautleitwert				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
HLW in der Baseline	Stille	5,2	5,4	40
	Mozart	4,2	3,2	40
	Albinoni	4,6	2,4	40
	Gesamt	4,7	3,9	120
HLW im Treatment	Stille	4,9	4,6	40
	Mozart	3,9	3,2	40
	Albinoni	4,4	2,6	40
	Gesamt	4,4	3,6	120
HLW im Posttest	Stille	5,0	4,5	40
	Mozart	4,3	3,3	40
	Albinoni	4,8	2,4	40
	Gesamt	4,7	3,5	120

Anmerkung: HLW=Hautleitwert in μS , n=Anzahl der Versuchspersonen

Der Verlauf in den drei Gruppen über alle sechs Messzeitpunkte wird in Abbildung 27 dargestellt.

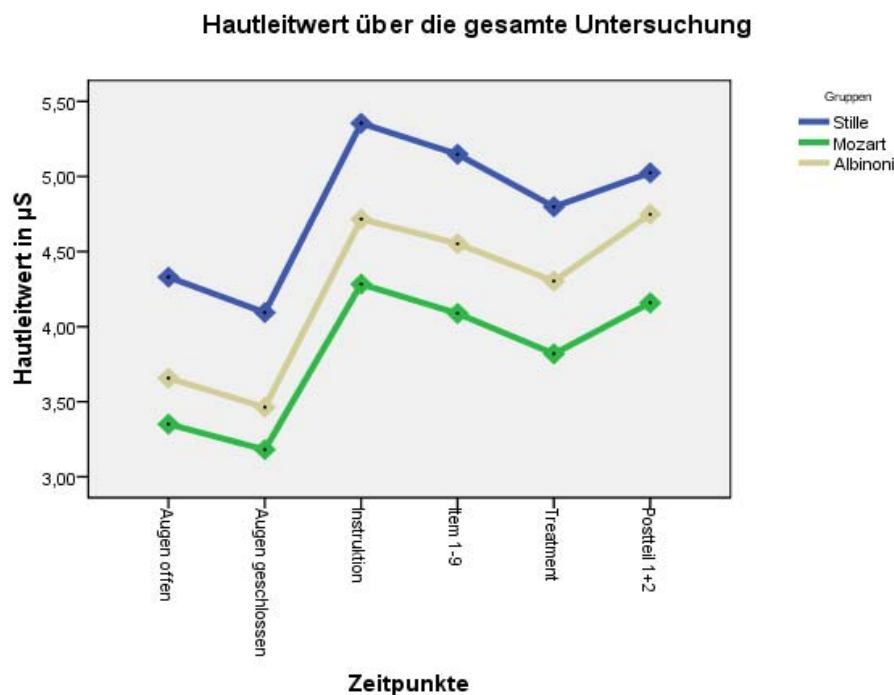


Abbildung 27 – Hautleitwert über sechs Zeitpunkte

Es ist mit freiem Auge gut zu erkennen, dass in der Entspannungsphase zu Beginn der Hautleitwert in allen drei Gruppen absinkt. Während der Instruktionsphase mit den Übungsbeispielen steigt er aber erwartungsgemäß an.

Der Verlauf ist sichtlich in allen Gruppen ähnlich. Nun ist aber zu klären, ob signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten bestehen. Die Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten sind Tabelle 16 zu entnehmen.

Tabelle 16 – Hautleitwert-Unterschiede zwischen drei Messzeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	6,081	2	3,040	5,989	0,003*
Gruppe	45,658	2	22,829	0,578	0,563
Wechselwirkung	1,138	4	0,285	0,560	0,692

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Die drei Zeitpunkte unterscheiden sich signifikant voneinander, die drei Gruppen jedoch nicht. Es gibt auch keine Wechselwirkung zwischen den Zeitpunkten und den Gruppen. Bei Post hoc Analysen der Zeitpunkte zeigt sich, dass sich das Treatment

signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet. Dies deutet auf eine deaktivierende Wirkung des Treatments hin. In Abbildung 28 sind auch diese Ergebnisse bei nur drei Zeitpunkten nochmals zur genaueren Übersicht veranschaulicht.

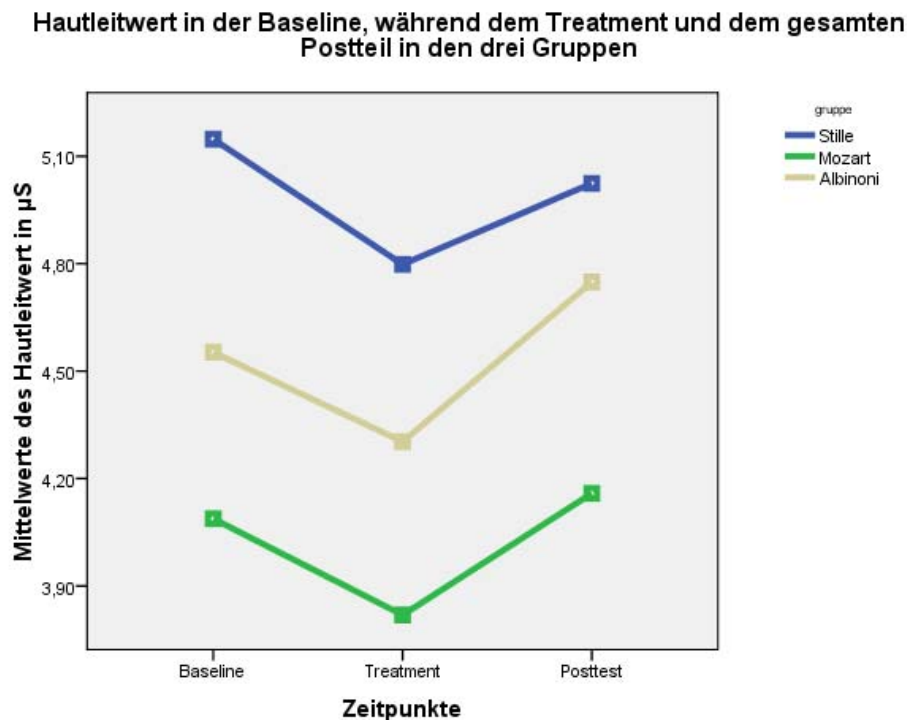


Abbildung 28 – Hautleitwert über drei Messzeitpunkte

Die Gruppe in Stille erreichte durchschnittlich den höchsten Hautleitwert und ist somit am stärksten aktiviert. Die Mozart-Gruppe zeigt hier die niedrigste Aktivierung. Die Werte liegen aber nicht weit genug voneinander entfernt, um von einem Effekt bzw. einem deutlichen Unterschied sprechen zu können. Nimmt man den Zeitpunkt der Baseline, ist der Wert der Stille-Gruppe bei 5 µS und der Wert der Mozart-Gruppe bei 4 µS. Dieser Unterschied ist nicht von praktischer Relevanz. Über die drei Zeitpunkte hinweg betrachtet zeigen die drei Gruppen einen homogenen Verlauf. Anfangs in der Baseline sind alle am stärksten aktiviert. Während des Treatments sinkt der Hautleitwert signifikant ab und steigt bei der Fortsetzung der Testbearbeitung in allen Gruppen in einem ähnlich starken Ausmaß wieder an.

Hier kann man wiederum kurz anmerken, dass diese Ergebnisse zu den bisherigen Einschätzungen, dass Musik von Mozart aktivierend wirkt und Stille beruhigend wirkt, dazu im Widerspruch stehen.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten wurde anschließend auch für die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (n=80) und im Gegensatz zur Stille-Gruppe (n=40) betrachtet. Hier wird der Hypothese nachgegangen, ob die Musik selbst einen Effekt hat und diese wird daher mit der Kontrollgruppe in Stille verglichen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 17 dargestellt.

Tabelle 17 – Hautleitwert-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	6,699	2	3,350	6,597	0,002*
Gruppe	40,537	1	40,537	1,058	0,306
Wechselwirkung	0,906	2	0,453	0,892	0,411

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Hier unterscheiden sich die Zeitpunkte signifikant voneinander. Aber auch die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (Mozart und Albinoni) unterscheiden sich nicht von der Kontrollgruppe in Stille. Wechselwirkung gibt es ebenso keine. Bei Post hoc Analysen der Zeitpunkte zeigt sich, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wurden zwar Varianzanalysen mit Messwiederholung bei drei und sechs Zeitpunkten berechnet, jedoch werden nur die Ergebnisse bei drei Zeitpunkten dargestellt, da sich die Ergebnisse nicht unterscheiden. Zur besseren Übersicht wird wiederum nur die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei sechs Zeitpunkten als Grafik dargestellt.

7.5.2 Handtemperatur

Die deskriptive Statistik für die Handtemperatur während der Bearbeitung des Endlosschleifentests und während des Treatments wird in Tabelle 18 für jede Gruppe zu drei Zeitpunkten dargestellt. Die Handtemperatur kann zwischen 24°C und 36°C schwanken, wobei die Hände in Entspannungsphasen eher wärmer werden.

Tabelle 18 – Handtemperatur in der Baseline, während des Treatments und im Posttest

Handtemperatur				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	n
Handtemperatur in der Baseline	Stille	32,4	4,4	40
	Mozart	34,1	3,3	40
	Albinoni	33,5	3,7	40
	Gesamt	33,4	3,9	120
Handtemperatur im Treatment	Stille	33,6	4,0	40
	Mozart	35,0	2,8	40
	Albinoni	33,8	3,6	40
	Gesamt	34,1	3,5	120
Handtemperatur im Posttest	Stille	33,4	4,1	40
	Mozart	35,0	2,7	40
	Albinoni	33,8	3,5	40
	Gesamt	34,1	3,5	120

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen

Der Verlauf der Handtemperatur über die gesamte Messung wird graphisch in Abbildung 29 dargestellt.

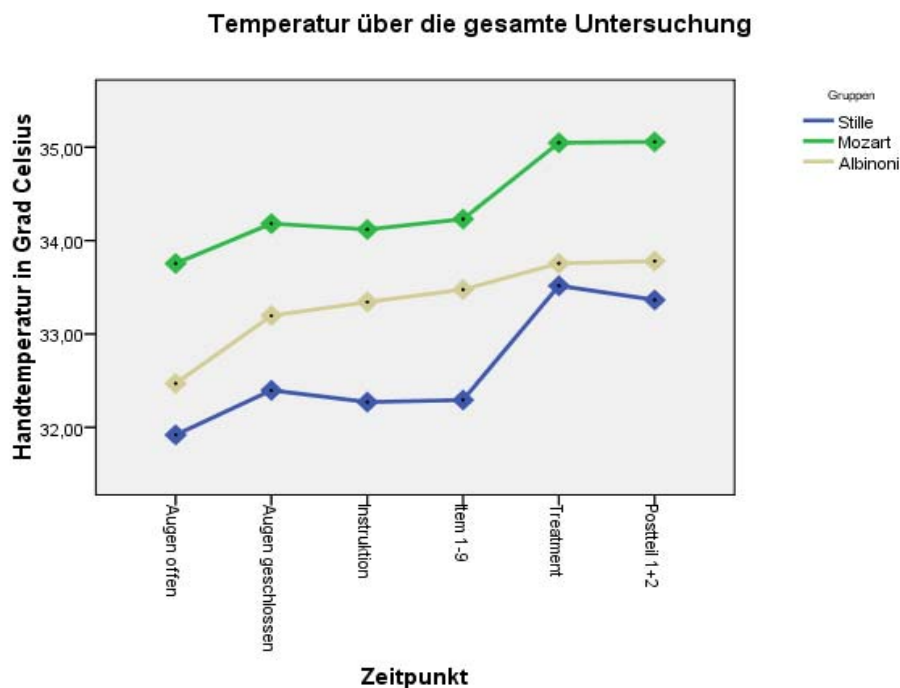


Abbildung 29 – Handtemperatur über sechs Messzeitpunkte

Hier kann man erkennen, dass die Mozart Gruppe im Durchschnitt die höchste Handtemperatur zwischen 34° und 35°C hatte, was auf eine bessere Entspannung schließen lässt. Die Gruppe in Stille wiederum hatte die niedrigsten Werte zwischen 32° und 33°C. Während des Treatments ist ein deutlicher Anstieg der Handtemperatur zu erkennen. Dies deutet auf eine allgemein entspannende Wirkung der Treatments hin.

Aber bezüglich des Hautleitwertes sind diese Werte schlüssig und untermauern die vorherig interpretierten Ergebnisse.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten liefert in Tabelle 19 folgendes Ergebnis:

Tabelle 19 – Handtemperatur-Unterschiede zwischen drei Messzeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	41,989	2	20,994	24,640	0,001*
Gruppe	147,608	2	73,804	1,977	0,143
Wechselwirkung	9,781	4	2,445	2,870	0,024*

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Bei dieser Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten unterscheiden sich die drei Zeitpunkte höchst signifikant voneinander und es gibt eine Wechselwirkung. Aber die drei Gruppen unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Bei post hoc Berechnungen zwischen den Zeitpunkten durch die Scheffé-Analyse zeigt sich, dass sich das Treatment deutlich von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten wurde anschließend auch wieder für die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (n=80) und im Gegensatz zur Stille-Gruppe (n=40) betrachtet. Hier wird der Hypothese nachgegangen, ob die Musik selbst einen Effekt hat und daher mit der Kontrollgruppe in Stille verglichen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 20 dargestellt.

Tabelle 20 – Handtemperatur- Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	51,982	2	25,946	29,954	0,001*
Gruppe	108,819	1	108,819	2,960	0,088
Wechselwirkung	6,584	2	3,292	3,800	0,024*

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Die Zeitpunkte unterscheiden sich höchst signifikant voneinander. Wieder zeigt sich bei post hoc Analysen der drei Zeitpunkte, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet. Aber die Musik-Gruppen (Mozart und Albinoni) zeigen keinen Unterschied zur Kontrollgruppe in Stille. Außerdem gibt eine Wechselwirkung zwischen den Zeitpunkten und den Gruppen, welche aber nicht genauer interpretierbar ist.

7.5.3 Herzrate

Zu Beginn wird bezüglich der Herzrate ein Überblick zu den deskriptiven Statistiken während der Bearbeitung der beiden Abschnitte des Endlosschleifentests und auch während des Treatments gegeben. Tabelle 21 sind die Werte zu entnehmen. Es können hier 60-80 Herzschläge pro Minute im Durchschnitt erwartet werden.

Tabelle 21 – Herzrate bei in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest

Herzrate				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
Herzrate in der Baseline	Stille	79	10,5	40
	Mozart	80	13,5	40
	Albinoni	78	12,8	40
	Gesamt	79	12,2	120
Herzrate im Treatment	Stille	75	11,2	40
	Mozart	75	12,2	40
	Albinoni	75	13,0	40
	Gesamt	75	12,0	120
Herzrate im Posttest	Stille	78	10,6	40
	Mozart	78	12,4	40
	Albinoni	79	11,7	40
	Gesamt	78	11,5	120

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen

Der Verlauf der Herzrate über die gesamte Messung wird graphisch in Abbildung 30 dargestellt.

Herzfrequenz über die gesamte Untersuchung

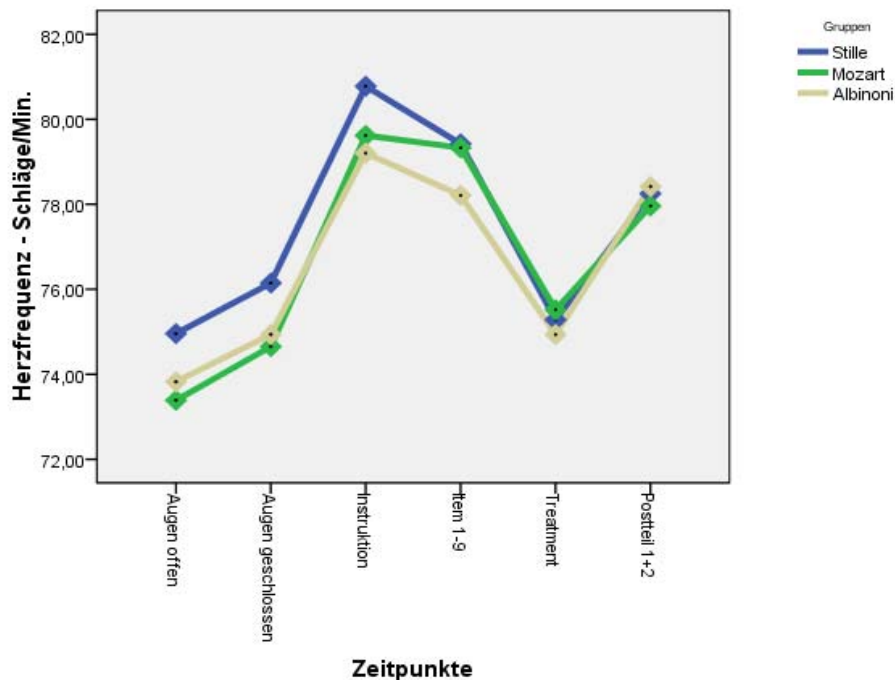


Abbildung 30 – Herzrate über sechs Messzeitpunkte

Bezüglich der Herzrate sind aufgrund der Grafik keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen erkennbar. In allen Gruppen stieg die Herzfrequenz deutlich in der Test-Instruktionsphase mit den Übungsbeispielen an und sank dann während des Treatments wieder stark ab. Im letzten Abschnitt, bei der Bearbeitung der noch ausstehenden Items des Endlosschleifentests, stieg die Herzfrequenz nochmals an.

Auch bei der Analyse durch eine Varianzanalyse mit Messwiederholung bei den letzten drei Zeitpunkten ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Gruppen. Diese Ergebnisse können Tabelle 22 entnommen werden.

Tabelle 22 – Herzraten-Unterschiede zwischen drei Messzeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	948,394	2	474,197	36,610	0,001*
Gruppe	0,963	2	0,482	0,001	0,999
Wechselwirkung	19,546	4	4,886	0,377	0,825

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Die Zeitpunkte unterscheiden sich wieder signifikant voneinander, aber die Gruppen unterscheiden sich untereinander nicht und es gibt auch keine Wechselwirkung. Es zeigt sich bei post hoc Analysen der drei Zeitpunkte, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten wurde anschließend auch wieder für die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (n=80) und im Gegensatz zur Stille-Gruppe (n=40) betrachtet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 23 dargestellt.

Tabelle 23 – Herzraten- Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	864,130	2	432,065	33,013	0,001*
Gruppe	5,255	1	5,255	0,013	0,908
Wechselwirkung	6,260	2	3,130	0,239	0,787

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Die Zeitpunkte unterscheiden sich höchst signifikant voneinander. Aber die Musik-Gruppen (Mozart und Albinoni) zeigen keinen Unterschied zur Kontrollgruppe in Stille. Es gibt auch keine Wechselwirkung zwischen den Zeitpunkten und den Gruppen. Bei post hoc Analysen der drei Zeitpunkte zeigt sich, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Im Folgenden soll noch die Entspannungsfähigkeit bzw. Aktivierung bezüglich der Sympathikus (LF)- und Parasympathikusaktivität (HF) während des Treatments aus der Herzfrequenz ermittelt werden. Der Quotient zwischen der low frequency (LF) und der high frequency (HF) beschreibt das Verhältnis dieser beiden Anteile. Hohe Werte des Quotienten deuten auf eine stärkere Aktivierung und einen höheren Sympathikusanteil hin. Niedrigere Werte weisen auf Entspannung, bzw. auf eine stärkere Parasympathikusaktivität hin. Die graphische Darstellung der einfaktoriellen Varianzanalyse ist in Abbildung 31 zu sehen.

Durchschnittlicher Quotient der LF/HF der Herzratenvariabilität

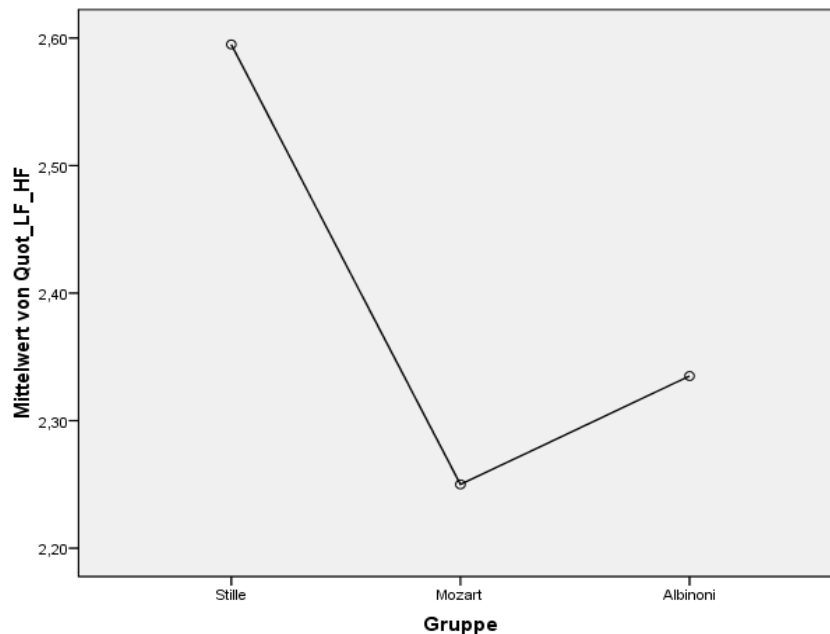


Abbildung 31 – Quotient von LF/HF während des Treatments

In dieser Abbildung ist zu sehen, dass die Stille Gruppe die höchsten Werte hatte. Dies bedeutet, dass sie aktiver war als die beiden anderen Gruppen, die Musik hörten. Aber wenn man die Ergebnisse der Varianzanalyse betrachtet, zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen während des Treatments. Der Levene-Test war mit 0,898 nicht signifikant. Die Ergebnisse sind Tabelle 24 zu entnehmen.

Tabelle 24 – Unterschiede der LF/HF-Quotienten während des Treatments

Einfaktorielle Varianzanalyse

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Gruppen	2,585	2	1,292	0,490	0,614

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Tabelle 25 zeigt die deskriptive Statistik der Quotienten des LF/HF.

Tabelle 25 – Deskriptive Statistik über den Quotienten LF/HF während des Treatments

Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
Quotient LF/HF	Stille	2,6	1,7	40
	Mozart	2,3	1,6	40
	Albinoni	2,4	1,5	40

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen

7.5.4 Elektromyogramm (EMG)

Es wird in diesem Abschnitt bezüglich der Muskelspannung der Stirn ein Überblick zu den deskriptiven Statistiken gegeben. Betrachtet wird das EMG auf dem Stirnmuskel während der beiden Abschnitte des Endlosschleifentests und während des Treatments. Tabelle 26 sind die Werte zu entnehmen. Hier deuten niedrige Werte auf eine gute Entspannung hin. Der Bereich um 1 μV wäre in Ruhephasen wünschenswert.

Tabelle 26 – Stirnspannung in der Baseline, während des Treatments u. im gesamten Posttest

Muskelspannung auf der Stirn				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	N
EMG in der Baseline	Stille	2,8	1,1	39
	Mozart	3,1	1,4	38
	Albinoni	4,2	2,4	38
	Gesamt	3,3	1,8	115
EMG im Treatment	Stille	2,3	1,0	39
	Mozart	2,7	1,9	38
	Albinoni	3,3	1,9	38
	Gesamt	2,8	1,7	115
EMG im Posttest	Stille	2,9	1,2	39
	Mozart	3,3	1,6	38
	Albinoni	4,3	2,6	38
	Gesamt	3,5	2,0	115

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen, EMG=Elektromyogramm der Stirnmuskulatur

Die Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten werden in Tabelle 27 wieder gegeben.

Tabelle 27 – Unterschiede in der Stirnspannung über drei Messzeitpunkte

Varianzanalyse mit Messwiederholung					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	36,527	2	18,264	20,219	0,001*
Gruppe	98,192	2	49,096	6,574	0,002*
Wechselwirkung	2,692	4	0,673	0,745	0,562

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Die Zeitpunkte unterscheiden sich höchst signifikant voneinander. Auch die Gruppen unterscheiden sich bezüglich der Muskelspannung in der Stirn. Es gibt aber keine signifikante Wechselwirkung zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten, jedoch einen Trend. Bei post hoc Analysen der Gruppen zeigt der Scheffé-Test, dass sich die Albinoni-Gruppe signifikant von den beiden anderen unterscheidet. In den post hoc Analysen der drei Zeitpunkte zeigt sich, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Der Verlauf der Muskelspannung während der Messung wird graphisch in Abbildung 32 dargestellt.

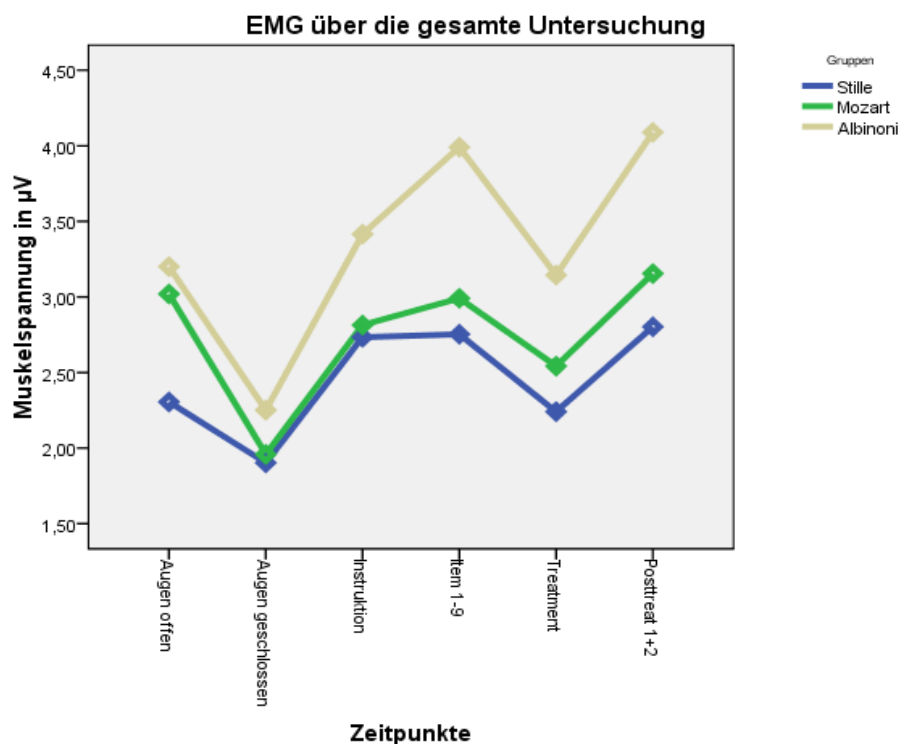


Abbildung 32 – Stirnspannung über sechs Zeitpunkte

Mit freiem Auge ist zu erkennen, dass die Albinoni-Gruppe die höchste Muskelspannung aufweist. In den post hoc Analysen der Gruppen unterscheidet sie sich auch signifikant von den beiden anderen. Worauf dieser Unterschied aber zu begründen ist, lässt sich schwer sagen. Dazu müssten weitere Untersuchungen durchgeführt werden. Außerdem kann man das Absinken der Muskelspannung während des Treatments gut erkennen.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten wurde anschließend auch wieder für die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (n=76) und im Gegensatz zur Stille-Gruppe (n=39) betrachtet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28 – Muskelspannung-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten
Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	29,550	2	14,775	16,349	0,001*
Gruppe	53,033	1	53,033	6,798	0,010*
Wechselwirkung	0,782	2	0,291	0,432	0,649

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Die Zeitpunkte unterscheiden sich höchst signifikant voneinander. Bei post hoc Analysen der drei Zeitpunkte zeigt sich, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Bezüglich der Muskelspannung in der Stirn unterscheiden sich die Musik-Gruppen (Mozart und Albinoni) von der Kontrollgruppe in Stille. Wechselwirkung gibt es aber keine.

7.5.5 Atemfrequenz

In Tabelle 29 sind die deskriptiven Statistiken für die Atemfrequenz während der beiden Abschnitte des Endlosschleifentests und während des Treatments aufgelistet. Zu erwarten sind hier in Ruhe etwa 12-16 Atemzüge pro Minute. Jedoch können während kognitiven Leistungen die Werte auch etwas erhöht sein.

Tabelle 29 – Atemfrequenz in der Baseline, während dem Treatment und im gesamten Posttest

Atemfrequenz				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	n
Atemfrequenz in der Baseline	Stille	19,3	3,4	40
	Mozart	18,7	3,3	40
	Albinoni	19,7	3,2	40
	Gesamt	19,2	3,3	120
Atemfrequenz im Treatment	Stille	17,0	3,7	40
	Mozart	17,4	3,3	40
	Albinoni	16,9	4,1	40
	Gesamt	17,1	3,7	120
Atemfrequenz im Posttest	Stille	18,8	3,6	40
	Mozart	19,1	3,5	40
	Albinoni	19,5	4,1	40
	Gesamt	19,1	3,7	120

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen

Die Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten werden in Tabelle 30 wieder gegeben.

Tabelle 30 – Unterschiede in der Atemfrequenz über drei Messzeitpunkte

Varianzanalyse mit Messwiederholung					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	335,299	2	167,649	35,336	0,001*
Gruppe	8,424	2	4,212	0,141	0,869
Wechselwirkung	30,319	4	7,580	1,598	0,176

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Die Zeitpunkte unterscheiden sich wieder höchst signifikant voneinander. Aber die drei Gruppen unterscheiden sich nicht untereinander und es gibt keine Wechselwirkung zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten. Bei post hoc Analysen der drei Zeitpunkte zeigt sich, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Der Verlauf der Atemfrequenz über die gesamte Messung wird grafisch in Abbildung 33 dargestellt.

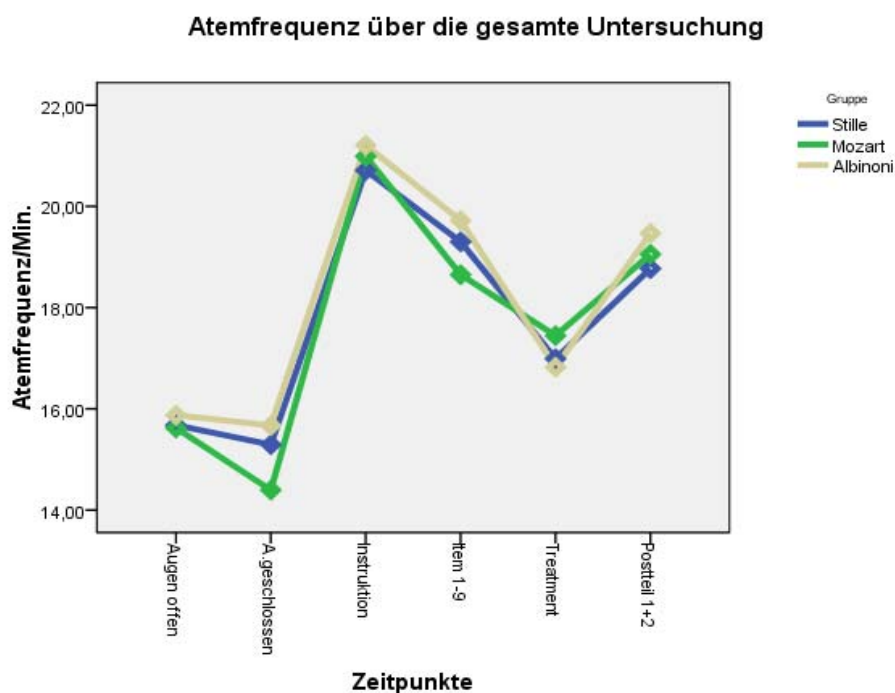


Abbildung 33 – Atemfrequenz über sechs Zeitpunkte

Bezüglich der Atemfrequenz sind hier mit freiem Auge keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen ersichtlich. Alle drei Gruppen reagieren zu den verschiedenen Zeitpunkten annähernd gleich und der Verlauf ist homogen. Die Atemfrequenz steigt in der Instruktionsphase deutlich auf über 20 Atemzüge pro Minute an. Dies deutet auf eine Stressreaktion hin. Während des Treatments sinkt die Atemfrequenz auf ca. 17 Atemzüge pro Minute. In den beiden Testbearbeitungsabschnitten vor und nach dem Treatment lässt sich eine Frequenz von etwa 19 Atemzügen pro Minute erkennen.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten wurde anschließend auch wieder für die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (n=80) und im Gegensatz zur Stille-Gruppe (n=40) betrachtet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 31 dargestellt.

Tabelle 31 – Atemfrequenz-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	306,640	2	153,320	32,698	0,001*
Gruppe	2,389	1	2,389	0,083	0,774
Wechselwirkung	4,924	2	2,462	0,525	0,592

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Hier unterscheiden sich die Zeitpunkte höchst signifikant voneinander. Aber die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (Mozart und Albinoni) unterscheiden sich nicht von der Kontrollgruppe in Stille. Wechselwirkung gibt es auch keine. Bei post hoc Analysen der drei Zeitpunkte zeigt sich, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet. Die Atemfrequenz sinkt hier deutlich ab.

7.5.6 EEG – Elektroenzephalogramm

Insgesamt mussten bei der Auswertung der Gehirnwellen 20 Versuchspersonen ausgeschlossen werden, da es zu viele Artefakte (Messfehler) bei der Messung gab.

Um nur zwei Beispiele heraus zu nehmen, werden hier die Schwingungsamplituden der Theta-Wellen, die während Konzentrationsphasen eher gering sein sollten und die Amplituden der Alpha-Wellen, die in Erholungsphasen ansteigen sollten, genauer dargestellt. Die Verläufe und Ergebnisse sind aber bei allen gemessenen Wellen ziemlich ident und es lassen sich keine Unterschiede zwischen den Gruppen finden. Schlussendlich wird noch das Verhältnis zwischen den Amplituden der Theta- und Beta-Wellen genauer beschrieben. Hier wird auf die Konzentration geschlossen.

Richtwerte lassen sich aber nur schwer ableiten, da die Amplituden einerseits vom Alter der Versuchspersonen abhängen und auch individuell sehr unterschiedlich ausgeprägt sein können. Grundsätzlich gilt aber, umso jünger die Personen sind, umso größer sind die Amplituden.

Theta-Wellen

In Tabelle 32 sind die deskriptiven Statistiken für die Schwingungsamplituden der Theta-Wellen während der beiden Abschnitte des Endlosschleifentests und während des Treatments aufgelistet. Eine niedrige Schwingungsamplitude im Theta-Frequenzbereich lässt auf bessere Konzentration schließen.

Tabelle 32 – Deskriptive Statistiken der Theta Wellen in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest

Theta Wellen				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	n
Theta Wellen in der Baseline	Stille	10,4	2,3	36
	Mozart	9,2	2,7	33
	Albinoni	9,3	2,3	31
	Gesamt	9,6	2,4	100
Theta Wellen im Treatment	Stille	10,5	3,1	36
	Mozart	9,1	3,5	33
	Albinoni	9,4	4,2	31
	Gesamt	9,7	3,6	100
Theta Wellen im Posttest	Stille	10,3	2,1	36
	Mozart	9,4	2,6	33
	Albinoni	9,1	2,6	31
	Gesamt	9,6	2,4	100

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen

Die Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung zu drei Zeitpunkten werden in Tabelle 33 wieder gegeben und sind in Abbildung 34 graphisch dargestellt.

Tabelle 33 – Unterschiede bei den Theta-Wellen über drei Messzeitpunkte

Varianzanalyse mit Messwiederholung					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	0,778	2	0,389	0,197	0,821
Gruppe	23,800	2	11,900	0,579	0,562
Wechselwirkung	4,682	4	1,170	0,593	0,668

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Es unterscheiden sich weder die Zeitpunkte signifikant voneinander, noch die drei Gruppen. Wechselwirkung gibt es auch keine.

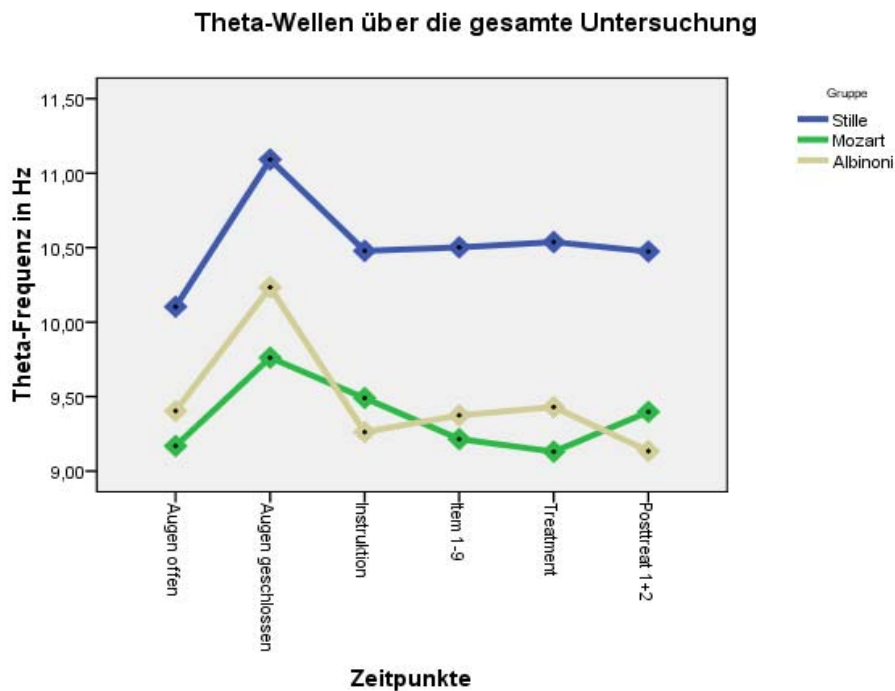


Abbildung 34 – Theta Wellen über sechs Zeitpunkte

Generell kann man sagen, dass die Konzentration besser ist, wenn die Amplituden der Theta-Wellen niedriger sind. Dies ist sehr gut am Beginn der Erholungsphase zu erkennen, da die Amplitude ansteigt und dann bei der Instruktion in allen Gruppen wieder sinkt. Bei geschlossenen Augen steigen die Amplituden der Theta-Wellen generell immer an (vgl. Demos, 2005). Aber die drei Gruppen liegen sehr eng beieinander und unterscheiden sich nicht signifikant voneinander. Die interindividuellen Unterschiede sind vernachlässigbar klein und nicht von praktischer Relevanz.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten wurde anschließend auch wieder für die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen ($n=64$) und im Gegensatz zur Stille-Gruppe ($n=36$) betrachtet. Hier interessiert, ob die Musik selbst einen Effekt hat und diese wird daher mit der Kontrollgruppe in Stille verglichen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 34 Tabelle 31 dargestellt.

Tabelle 34 – Theta-Wellen-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	0,444	2	0,222	0,112	0,894
Gruppe	1,156	1	1,156	0,056	0,813
Wechselwirkung	0,348	2	0,174	0,088	0,916

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Hier unterscheiden sich weder die drei Zeitpunkte signifikant voneinander, noch die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (Mozart und Albinoni) im Vergleich zur Kontrollgruppe in Stille. Wechselwirkung gibt es auch keine.

Alpha Wellen

In Tabelle 35 sind die deskriptiven Statistiken für die Amplituden der Alpha-Wellen während der beiden Abschnitte des Endlosschleifentests und während des Treatments aufgelistet. Alpha-Wellen stiegen in Erholungsphasen an.

Tabelle 35 – Deskriptive Statistik der Alpha Wellen in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest

Alpha Wellen				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	n
Alpha Wellen in der Baseline	Stille	7,9	2,2	36
	Mozart	7,6	2,7	33
	Albinoni	7,6	2,6	31
	Gesamt	7,7	2,5	100
Alpha Wellen im Treatment	Stille	9,5	4,3	36
	Mozart	8,1	4,5	33
	Albinoni	8,4	5,9	31
	Gesamt	8,7	4,9	100
Alpha Wellen im Posttest	Stille	7,9	2,5	36
	Mozart	7,2	2,6	33
	Albinoni	7,2	2,6	31
	Gesamt	7,4	2,6	100

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen

Die Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung zu drei Zeitpunkten werden in Tabelle 36 wieder gegeben und sind in Abbildung 35 graphisch dargestellt.

Tabelle 36 - Unterschiede bei den Alpha-Wellen über drei Messzeitpunkte

Varianzanalyse mit Messwiederholung					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	191,949	2	95,974	19,211	0,001*
Gruppe	25,229	2	12,615	0,469	0,627
Wechselwirkung	16,090	4	4,022	0,805	0,523

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Die drei Zeitpunkte unterscheiden sich hier höchst signifikant voneinander. Aber die Gruppen unterscheiden sich nicht voneinander. Es gibt auch keine Wechselwirkung. Bei post hoc Analysen der Zeitpunkte konnte gezeigt werden, dass sich das Treatment signifikant von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet. Die Alpha-Wellen steigen hier deutlich an.

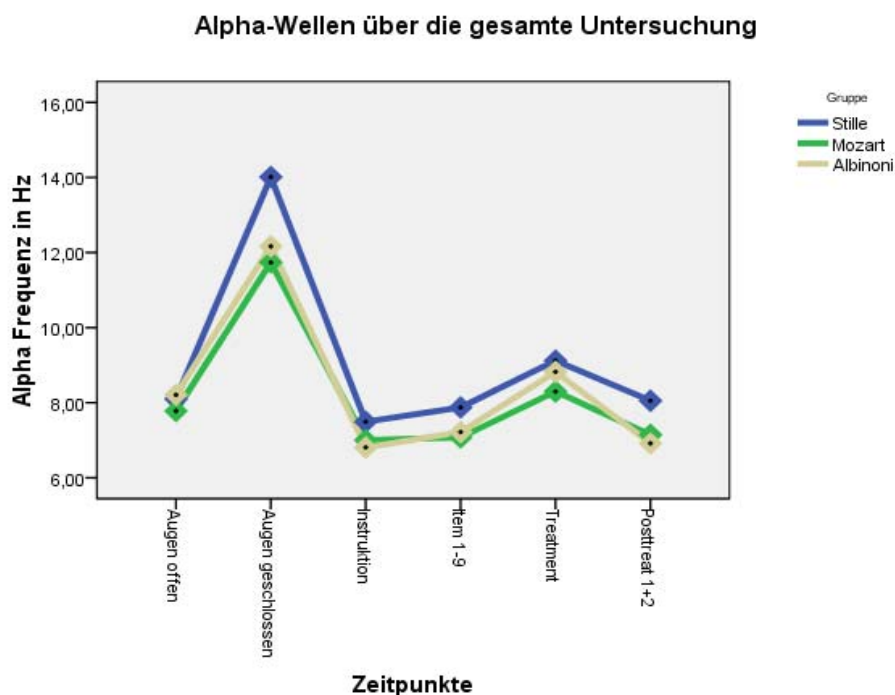


Abbildung 35 – Alpha Wellen über sechs Zeitpunkte

Man erkennt die hohen Schwingungsamplituden der Alpha-Wellen bei geschlossenen Augen und auch eine signifikante Erhöhung während des Treatments. Die drei Gruppen zeigen in der Grafik einen homogenen Verlauf.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten wurde anschließend auch wieder für die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (n=64) und im Gegensatz zur Stille-Gruppe (n=36) betrachtet. Hier interessiert, ob die Musik selbst einen Effekt hat und diese wird daher mit der Kontrollgruppe in Stille verglichen. Die Ergebnisse werden in Tabelle 37 Tabelle 31 dargestellt

Tabelle 37 – Alpha- Wellen-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	135,389	2	77,695	15,555	0,001*
Gruppe	1,794	1	1,794	0,067	0,797
Wechselwirkung	6,263	2	3,131	0,627	0,535

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Bei den Amplituden der Alpha-Wellen unterscheiden sich die drei Zeitpunkte höchst signifikant voneinander. Aber die beiden Musik-Gruppen zusammen genommen (Mozart und Albinoni) unterscheiden sich nicht von der Kontrollgruppe in Stille. Wechselwirkung gibt es auch keine. Bei post hoc Analysen wird wieder deutlich, dass sich das Treatment von den beiden anderen Zeitpunkten unterscheidet.

Theta/Beta – Verhältnis (Ratio)

In Tabelle 38 sind die deskriptiven Statistiken für die Amplituden der Theta/Beta-Verhältniswellen während der beiden Abschnitte des Endlosschleifentests und während des Treatments aufgelistet. Niedrigere Werte lassen auf eine bessere Konzentration schließen.

Tabelle 38 – Deskriptive Statistik des Theta/Beta – Verhältnis in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest

Theta/Beta - Wellen				
Deskriptive Statistiken				
	Gruppe	Mittelwert	Standardabweichung	n
Theta/Beta Wellen in der Baseline	Stille	2,6	0,6	36
	Mozart	2,5	0,7	33
	Albinoni	2,4	0,8	31
	Gesamt	2,5	0,7	100
Theta/Beta Wellen im Treatment	Stille	2,7	0,7	36
	Mozart	2,4	0,8	33
	Albinoni	2,3	0,7	31
	Gesamt	2,5	0,8	100
Theta/Beta Wellen im Posttest	Stille	2,7	0,6	36
	Mozart	2,6	0,7	33
	Albinoni	2,4	0,8	31
	Gesamt	2,6	0,7	100

Anmerkung: n=Anzahl der Versuchspersonen

Die Ergebnisse der Varianzanalyse mit Messwiederholung zu drei Zeitpunkten werden in Tabelle 39 wieder gegeben.

Tabelle 39 - Unterschiede bei den Theta/Beta -Wellen über drei Messzeitpunkte

Varianzanalyse mit Messwiederholung					
	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	0,944	2	0,472	2,950	0,055
Gruppe	0,450	2	0,225	0,171	0,843
Wechselwirkung	0,600	4	0,150	0,938	0,443

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05.

Hier unterscheiden sich weder die drei Zeitpunkte signifikant voneinander, noch die Gruppen. Es ist auch keine Wechselwirkung zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten vorhanden.

In Abbildung 36 ist die Varianzanalyse mit Messwiederholung über sechs Zeitpunkte zu sehen.

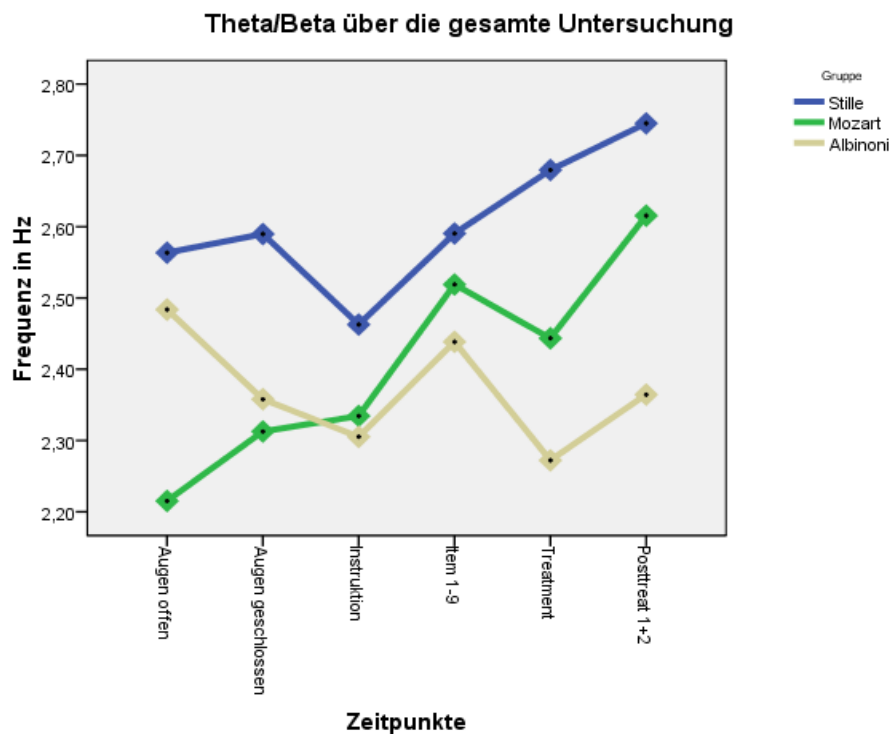


Abbildung 36 – Theta/Beta-Verhältnis über sechs Zeitpunkte

Es liegen den Berechnungen zufolge keine Unterschiede zwischen den drei Gruppen vor. Umso niedriger generell die Frequenzen sind, umso eher kann man auf eine gute Konzentration schließen. Jedoch kommt es im weiteren Verlauf der Untersuchung möglicherweise durch Müdigkeit zu einem Anstieg dieses Verhältnisses von Theta/Beta (Ratio). Bei der Instruktion ist das Theta/Beta-Verhältnis geringer, da bei neuen Reizen eine Konzentrationsleistung erforderlich ist. Wenn die Aufgabe klar ist besteht keine Notwendigkeit mehr, dass das Gehirn völlig konzentriert ist. Somit kommt es zu einem Wechsel von Beta und Alpha bzw. Theta. Bei Stille gibt es keine Reizstimulation und dadurch ist der Theta- Amplituden-Anstieg erklärbar. Durch die Musik kommt es zu einem Reiz-Input und damit zu einer Verarbeitung und somit auch zu einer Aktivierung. Jedoch sind auch hier die Amplituden-Unterschiede interindividuell verschieden (die Theta/Beta-Ratio steigt beispielsweise mit dem Alter an) (vgl. Demos, 2005).

Die einzige Tendenz die zu erwarten wäre, ist der Unterschied im Verlauf der beiden Musik-Gruppen zur Stille-Gruppe. Jedoch sind diese Unterschiede in der folgenden Varianzanalyse mit Messwiederholung nicht signifikant. Diese in der Grafik sichtbaren Unterschiede sind kaum zu begründen und nicht von praktischer Relevanz.

Die Varianzanalyse mit Messwiederholung bei drei Zeitpunkten für die beiden Musik-Gruppen zusammen (n=64) im Gegensatz zur Stille-Gruppe (n=36) liefert folgende Ergebnisse, welche in Tabelle 40/Tabelle 31 dargestellt werden.

Tabelle 40 – Ratio-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten

Varianzanalyse mit Messwiederholung

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F-Wert	Signifikanz
Zeit	0,848	2	0,424	2,666	0,072
Gruppe	0,328	1	0,328	0,251	0,617
Wechselwirkung	0,480	2	0,240	1,510	0,223

Anmerkung: df = Freiheitsgrade, Alpha-Niveau = 0,05

Hier unterscheiden sich weder die Zeitpunkte signifikant voneinander, noch die Gruppen. Es ist auch keine Wechselwirkung zwischen den Gruppen und den Zeitpunkten vorhanden.

Bei den Amplituden der Theta- und Beta-Wellen zu den drei Zeitpunkten wurden folgende Mittelwerte in Tabelle 41 erreicht:

Tabelle 41 – Mittelwerte der Theta und Beta Wellen

Mittelwerte

	Theta	Beta
Baseline	9,6	4,6
Treatment	9,7	4,7
Posttest gesamt	9,6	4,4

Ein Verhältnis von Theta zu Beta von bis zu 3:1 liegt bei gesunden Erwachsenen in der Norm (Demos, 2005).

Generell sind bei den erhobenen Gehirnwellen im EEG keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen aufgetreten, die von praktischer Relevanz wären. Die drei Gruppen zeigen alle im Großen und Ganzen einen ähnlichen Verlauf während der Untersuchung.

7.6 Überblick der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wurde das Phänomen des Mozart Effekts (Rauscher et al., 1993, 1995) beleuchtet und die Fähigkeit der Versuchspersonen im räumlichen Vorstellungsvermögen mittels Endlosschleifentest (EST) von Gittler & Arendasy (2003) erhoben.

Außerdem wurde ein weiterer Erklärungsversuch über den Ansatz der Messung sechs psychophysiologischer Parameter, welche Auskünfte über die Aktivierung geben sollen, angestrebt. Diese spezielle Messung erfolgte in dieser Untersuchung objektiv durch ein Biofeedbackgerät der Firma NeXus, Mind Media, NL.

Die ermittelten Ergebnisse können auf psychometrischer Ebene folgendermaßen zusammengefasst werden:

- Der Mozart-Effekt, im Sinne einer Verbesserung der Raumvorstellungsleistung durch das Hören der Klaviersonate KV 448, konnte nicht repliziert werden.
- Es gab keine Leistungsveränderung in der Raumvorstellung vor oder nach dem Treatment (Mozart, Albinoni und Stille), wobei weiters auch keine Unterschiede zwischen den Gruppen feststellbar waren.
- Während der ersten sechs Postitems kam es direkt nach dem Treatment ebenfalls zu keiner unmittelbaren Verbesserung in der Raumvorstellungsleistung. Ebenso wenig gab es eine Veränderung im zweiten Posttreatment-Abschnitt mit den letzten sechs Items.
- Nur die männlichen Versuchspersonen konnten sich im Posttreatteil 1 in allen drei Gruppen signifikant verbessern. Dies deutet aber auf eine gleichartige Treatmentwirkung in den Gruppen hin.
- Der einzig signifikante Unterschied ergab sich zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen. Dieser war von Beginn des Endlosschleifentests an ersichtlich und blieb über den gesamten Verlauf der Testung bestehen.

Auf psychophysiologischer Ebene können folgende Ergebnisse zusammengefasst werden:

- Die erhobenen psychophysiologischen Parameter Hautleitwert, Handtemperatur, Herzrate und Atemfrequenz zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Nur bei der Stirnmuskelspannung (EMG) zeigte sich, dass sich die Albinoni-Gruppe von den beiden anderen Gruppen signifikant unterschied und eine stärkere Spannung der Stirn aufwies.
- Die Mozart-Gruppe war aber in allen Bereichen hierbei nachweislich nicht stärker aktiviert als die beiden anderen Gruppen.
- Ebenso konnte bei den EEG-Wellen kein signifikant eindeutiger Unterschied zwischen den Gruppen erkannt werden.
- Es konnte somit auch kein Zusammenhang der Aktivierung mit der Leistung bzw. der Leistungsverbesserung in der Raumvorstellung festgestellt werden.
- Auch der Vergleich der beiden Musik-Gruppen zusammengekommen mit der Kontrollgruppe in Stille erbrachte keine signifikanten Unterschiede. Der einzige Unterschied der auszumachen ist, findet sich wieder im EMG, in der Muskelspannung der Stirn (EMG). Hier unterschieden sich die Musik-Gruppen von der Stille-Gruppe.

8 Interpretation und Diskussion

Die vorliegende Arbeit behandelt in erster Linie die Frage, ob das Hören der Mozartsonate in D-Dur (KV 448) eine Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens über einen begrenzten Zeitraum bewirkt. Zusätzlich wurde erhoben, ob es im Bezug auf mentale Rotationsaufgaben, wie in der Literatur schon oftmals beschrieben, einen Unterschied zwischen Männern und Frauen gibt (siehe Kapitel 4.1.7). Nahezu alle bisherigen Studien berichteten dabei von einem deutlich besseren räumlichen Vorstellungsvermögen der männlichen Versuchspersonen gegenüber jenem der weiblichen Probanden.

Im Zuge einer weiteren Fragestellung interessierte die Hypothese, ob es durch das Hören der Mozartsonate auch zu Unterschieden in der Aktivierung, d.h. der psychophysiologischen Anregung, kommt.

Aufgrund der Ergebnisse ist deutlich, dass eine Replikation des Mozart Effekts in dieser Studie nicht gelungen ist. Trotzdem bleibt anzumerken, dass die Stichprobe ausreichend groß war und weiters auch die abhängige Variable, der Endlosschleifentest (Gittler & Arendasy, 2003), eine reliable Erhebungsmethode war und allen Gütekriterien entsprach.

Im Zuge der Auswertungen konnte hinsichtlich des Raumvorstellungsvermögens keine Leistungssteigerung der Mozart-Gruppe nach dem Treatment festgestellt werden. Es handelte sich hier also um keine spezifische Musikwirkung. Dieses Ergebnis deckt sich mit den vielen gescheiterten Replikationsversuchen verschiedener Autoren (siehe Kapitel 1.4) sowie den kürzlich von Mag. Asenbaum (2007) und Mag. Vytiska (2008) an der Fakultät für Psychologie (Arbeitsgruppe: Differentielle Psychologie) der Universität Wien durchgeführten Studien.

Im Gegensatz dazu konnten in den Arbeiten von Mag. Knell (2006) und Mag. Adlmann (2005) Effekte durch das Hören der Mozartsonate KV 448 gezeigt werden. In den beiden letztgenannten Arbeiten wurde mit dem Endlosschleifentest das gleiche Messinstrument wie in der vorliegenden Arbeit verwendet.

Männer und Frauen unterscheiden sich auch in dieser Untersuchung in der Fähigkeit zum räumlichen Vorstellungsvermögen signifikant voneinander. Männliche Versuchspersonen zeigten in der vorliegenden Arbeit bessere Leistungen im Endlosschleifentest (EST). Dies entspricht auch der vorherrschenden Meinung in der Gesellschaft zu dieser Thematik. Ob dies am Selbstkonzept, der Motivation, der Konzentration oder am Interesse der Versuchsteilnehmer liegt, sollte klärend zum Gegenstand weiterführender Studien gemacht werden.

In der vorliegenden Untersuchung interessierte auch die Fragestellung, ob das Hören der Mozartsonate in D-Dur (KV 448) eine Veränderung der Aktivierung mit sich bringt. Hiermit sollte also die Aktivierungs-Stimmungshypothese (Thompson et al., 2001) überprüft werden. In dieser Theorie wird postuliert, dass nicht die Musik selbst die Leistungsverbesserung mit sich bringt, sondern dass die Musik eine Veränderung der Stimmungslage und des Aktivierungsniveaus hervorruft. Es fällt auf, dass in den voran gegangenen Studien lediglich die stimmungshhebende Wirkung, nicht aber die Aktivierung an sich, beschrieben ist. Auf der einen Seite behaupteten Gonzales et al. (2003), dass man in ihrer Studie davon ausgehen könne, dass die Leistung bei steigender Aktivierung immer besser werde. Aber auf der anderen Seite meinten Husain et al. (2002), dass ein mittleres Aktivierungsniveau am „leistungs-freundlichsten“ ist, wie es das Yerkes-Dodson-Gesetz (1908) postuliert (Kapitel 2.2).

Der Aktivierungsaspekt wurde mittels sechs psychophysiologischer Parameter über die gesamte Untersuchungsdauer erhoben. Diese Parameter waren Hautleitwert, Handtemperatur, Herzrate/Pulsfrequenz, EMG-frontalis (Stirnmuskel), EEG (zentral am Schädeldach) und die Atemfrequenz. Die Gruppenvergleiche hinsichtlich der erhobenen Parameter wurden anhand von sechs bzw. drei definierter Zeitpunkte durchgeführt. Es sollte die Frage geklärt werden, ob das jeweilige Treatment einen Einfluss auf die Aktivierung der drei Versuchsgruppen hatte. Auch hier zeigten sich keinerlei relevanten Unterschiede in der Aktivierung zwischen den Gruppen. Weiterführende Analysen durch post hoc Tests zeigten meist einen signifikanten Unterschied des Treatments. Lediglich eine minimale Tendenz in Richtung einer deutlicheren Entspannung für die Mozart-Gruppe konnte ausgemacht werden. Im Vergleich dazu wurde eine stärkere Aktivierung der Stille-Gruppe entdeckt. Diese Tendenzen entsprechen nicht den bisherigen Annahmen zu diesem Thema und

stehen außerdem in keinem Zusammenhang zu den Leistungen in der Raumvorstellungsfähigkeit.

Zur Thematik der psychophysiologischen Aktivierung bleibt somit abschließend festzuhalten, dass die vorliegende Untersuchung in keinem der sechs Parameter einen Effekt für die Mozart-Gruppe zeigte und somit kein Beleg für die Stimmungs-Aktivierungshypothese erbracht werden konnte (Kapitel 7.5).

Es wurde aber in den einzelnen sechs Testabschnitten jeweils der Mittelwert der letzten Minute für die gesamten Berechnungen verwendet. Dies wurde aufgrund von vorangehenden Studien mit psychophysiologischen Variablen ebenso gewählt (vgl. Schmid, 2000), da sich die Reaktion einer Person dann schon auf einem repräsentativen Niveau eingependelt hat und nicht von Spontanreaktionen nach einem neuen Reiz zu Beginn des nächsten Abschnittes verzerrt wird. Kritisch anzumerken ist hier allerdings, dass dies mit den Annahmen, dass sich der Mozart-Effekt nur kurzzeitig direkt nach der Darbietung des Treatments bzw. der Mozart-Sonate abbildet, im Widerspruch steht. Diesbezüglich sollten noch weitere Untersuchungen erfolgen, ob sich in einem zeitnäheren Abschnitt psychophysiologische Effekte zeigen. Zu diesem Zweck wurden noch die Daten in den Minuten 1-2 und 4-5 direkt nach dem Treatment berechnet. Diese Werte stehen für weitere Studien zur Verfügung.

Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass die Replikation des viel zitierten, und ebenso viel kritisierten, Mozart Effekts in dieser Arbeit nicht gelang. Im Bezug auf die Aktivierung hatte die Mozartsonate nicht den erwarteten aktivierenden Einfluss auf die psychophysiologischen Parameter, weshalb diese Arbeit als Anstoß für weitere Forschungsarbeiten zu dieser Thematik verstanden werden soll.

Das Interesse rund um den Mozart Effekt, sowie der generelle Einfluss von Musik auf Gedächtnis und Leistung, wird wohl auch in weiterer Folge nicht abreißen und birgt zweifellos Potential für weiterführende Forschungsprojekte.

9 Zusammenfassung

In einer Studie aus dem Jahre 1993 von Rauscher Shaw & Ky wurde eine Verbesserung des räumlichen Vorstellungsvermögens mit dem Hören der Sonate von Wolfgang Amadeus Mozart KV 448 für zwei Klaviere in D-Dur in Verbindung gebracht. Daraus resultierte in der Folge das Phänomen des „Mozart Effekts“. Es zeigte sich dabei jedoch nur eine temporäre Leistungsverbesserung im räumlichen Vorstellungsvermögen kurz nach der Musik (Rauscher et al., 1993, 1995). In einigen darauf folgenden Untersuchungen konnte dieser Effekt dann aber nicht mehr gezeigt werden (z.B. Steele et al., 1997, 1999). Auch Chabris Metaanalyse, welcher 20 Mozart-Effekt-Studien betrachtete, konnte diesen Effekt nicht deutlich nachweisen (Chabris, 1999). Trotz allem gelang es aber einigen Forschern immer wieder diesen Mozart Effekt zu replizieren. Einigen gelang es sogar mittels anderer Stimuli einen ähnlichen Effekt hervor zu rufen (Rideout et al., 1998; Gonzales et al., 1999; Nantais & Schellenberg, 1999).

Der Mozart Effekt wurde in der vorliegenden Arbeit anhand einer Vielzahl von Studien ausführlich theoretisch diskutiert, um nachfolgend eine empirische Untersuchung unter Berücksichtigung all dieser Perspektiven durchzuführen.

Zur Klärung des Mozart Effekts standen drei verschiedene Theorien im Mittelpunkt des Interesses. Rauscher et al. (1995) gehen von einem so genannten Trion-Modell aus, welches von Leng et al. (1991) entwickelt wurde. Hierbei handelt es sich um ein neuronales Zusammenspiel, bei dem neuronale Muster durch die klassische Musik aktiviert werden, welche dann für die Raumvorstellungsfähigkeit von Bedeutung sind. Eine weitere Theorie ist die Aktivierungs-Stimmungshypothese von Thompson et al. (2001). Bei dieser Annahme geht es um die von Musik ausgelöste Veränderungen in der Stimmungslage und in der Aktivierung, welche dann in weiterer Folge zu einer Leistungsverbesserung führt. Einige empirische Untersuchungen scheinen diesen Ansatz zu untermauern (Gonzales et al., Husain et al., 2002). Ein dritter Ansatz beschäftigt sich mit der Funktion der Präferenzen der Versuchspersonen (Nantais & Schellenberg, 1999). Bei diesen Untersuchungen ist es nicht wichtig welche Stimuli verwendet wurden, sondern ob diese den Probanden gefallen. In den entsprechenden Fällen ist es denkbar, dass ein positiver Effekt eintritt.

In der Originalstudie von Rauscher et al. (1993) wurde bei der Testung des räumlichen Schlussfolgerns die Herzrate mit erhoben. Im Gegensatz dazu wurde in anderen Untersuchungen die Aktivierung nur aufgrund von subjektiven Einschätzungen der Versuchspersonen in Fragebögen erhoben (Steele et al., 1999; Thompson, 2001).

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, die Wirkung der Musik von Mozart zu untersuchen. Insbesondere wurde der Frage nachgegangen, ob diese positiven Effekte wirklich nur auf den Komponisten Wolfgang Amadeus Mozart zurück zu führen sind, oder ob auch ein Musikstück eines anderen Komponisten vergleichbare Effekte hervorrufen könnte. Deshalb wurde die Musik von Mozart einem Stück von Tomaso Albinoni in G-Moll (wie auch schon in einer Studie von Thompson, Schellenberg & Husain, 2001) gegenübergestellt und außerdem noch mit einer Kontrollgruppe verglichen, welche nur in Stille saß. Das Treatment hatte in allen Gruppen die gleiche Länge von etwa 8 Minuten. Hierbei wurden die Auswirkungen dieser beiden Musikbedingungen und der Kontrollbedingung auf die räumliche Vorstellungsfähigkeit sowie auf die Aktivierung untersucht. Um die Aktivierung messen zu können wurden sechs psychophysiologische Parameter während der Dauer der gesamten Untersuchung erhoben: Hautleitwert, Handtemperatur, Herzrate/Pulsfrequenz, Stirnmuskelspannung, Gehirnwellen (zentral am Schädeldach) und die Atemfrequenz.

Die abhängige Variable, die Raumvorstellungsleistung, wurde mittels des Endlosschleifentests (Gittler & Arendasy, 2003) erhoben.

Die statistische Auswertung erfolgte in SPSS Version 16 mittels Varianzanalysen mit und ohne Messwiederholung.

Die Ergebnisse können folgendermaßen zusammengefasst werden:

Der Mozart-Effekt konnte in dieser Studie mit 120 Versuchspersonen nicht repliziert werden. Es gab keine signifikante Leistungssteigerung in der Raumvorstellung durch das Hören der Klaviersonate KV 448, weder unmittelbar nach dem Treatment, noch zu irgendeinem anderen Zeitpunkt. Ebenso konnten keine Unterschiede in der Aktivierung zwischen den drei Gruppen festgestellt werden. Die beiden Musikbedingungen und die Stille-Gruppen unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Hinsichtlich des räumlichen Vorstellungsvermögens zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen. Dieser fiel durch die höhere Anzahl korrekt beantworteter Items im Endlosschleifentest klar zugunsten der Männer aus. Im Detail zeigte sich, dass bei den Männern alle drei Gruppen im Posttreatteil 1 kurzzeitig besser waren, was auf eine gleichartige Treatmentwirkung hindeutet.

Mit den vorliegenden Ergebnissen dieser Arbeit kann demnach keine der bisher aufgestellten Theorien zum Mozart Effekt bekräftigt werden. Erneute und weiterführende Prüfungen der Stimmungs-Aktivierungs-Hypothese scheinen allerdings in jedem Fall notwendig.

Literaturverzeichnis

- Adlmann, E.M. (2005). *Die Wirkung von Musik und Musikalität auf das räumliche Vorstellungsvermögen*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Allesch, C.G. (1981). Untersuchungen zum Einfluss von Musik auf Puls- und Atmungsfrequenz. *Zeitschrift für klinische Psychologie und Psychotherapie*, 29(4), 353-382.
- Amelang, M., Bartussek, D., Stemmler, G., & Hagemann, D. (2006). *Differentielle Psychologie und Persönlichkeitsforschung*. 6. erw. Auflage, Stuttgart: Kohlhammer.
- Arendasy, M. (2002). Testweb – ein webbasiertes Testsystem:
<http://131.130.64.42/diffpsylabor/start.aspx> (30.06.2008)
- Asenbaum, M. (2007). *Der „Mozart-Effekt“ – Replikationsversuch unter Berücksichtigung alternativer Erklärungsansätze*. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Birbaumer, N. & Schmidt, R.F. (1999). *Biologische Psychologie* (4.Aufl.). Springer, Berlin, Heidelberg, New York
- Bortz, J. & Döring, N. (2002). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (3.Aufl.). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Aufl.). Springer Verlag Heidelberg.
- Caldwell, G.N. & Riby, L.M. (2006). The effects of music exposure and own genre preference on conscious and unconscious cognitive processes: A pilot ERP study. *Consciousness and Cognition*.
www.sciencedirect.com/doi:10.1016/j.concog.2006.06.015 [Article in Press]
- Campbell, D. (2000). *The Mozart effect for children: Awakening your child's mind, health, and creativity with music*. New York: Harper Collins.

- Chabris, C.F., Steele, K.M., Dalla Bella, S., Peretz, I., Dunlop, T., Dawe, L.A.,
Humphrey, G.K., Shannon, R.A., Kirby, J.L.jr., Olmstead, C.G. & Rauscher, F.H.
(1999). Prelude or requiem for the „Mozart-effect“? *Nature*, 400, 826-828.
- Cooper, L.A. (1976). Individual Differences in visual comparison processes. *Perception & Psychophysics*, Vol. 19 (5), 433-444.
- Davidson, C. W. & Powell, L. A. (1986). The effects of easy-listening background music on the on-task-performance of fifth grad children. *Journal of Educational Research*, 80, 29-33.
- Davidson, J.W. & Pitts, S.E. (2001). *Musik und geistige Fähigkeiten*. In: Gemris, H. Macht Musik wirklich klüger? Musikpädagogische Forschungsberichte Augsburg: Wißner-Verlag S.95-106.
- Demos, J.N. (2005). *Getting started with Neurofeedback*. W. W. Norton & Company, New York.
- Ehlert, U. (2003). *Verhaltensmedizin*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg
- Etaugh, C. & Michals, D. (1975). Effects on reading comprehension of preferred music and frequency of studying to music. *Perceptual and Motor Skills*, 41, 553-554.
- Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligence*. New York: Springer Verlag.
- Gembris, H. (1999). *Musik, Intelligenz und Persönlichkeitsentwicklung*. In: Gemris, H. Macht Musik wirklich klüger? Augsburg: Wißner-Verlag, S.173-187.
- Gembris, H. (2000). *Wie Musik auf den Menschen wirkt*. In: Korczak, D., H., J., Gehirn Geist Gefühl. Hagen/Westf.: ISL-Verlag, 236-267.
- Gittler, G. (1984). Entwicklung und Erprobung eines neuen Testinstruments zur Messung des räumlichen Vorstellungsvermögens. *Zeitschrift für Differenzielle und Diagnostische Psychologie*, 5, Heft 2, 141-165.

- Gittler, G. & Arendasy, M. (2003). Endlosschleifen: Psychometrische Grundlagen des Aufgabentyps E-P. *Diagnostica*, 49, 164-175.
- Glück, J., Kaufmann H., Dünser, A. & Steinbügl, K. (2005). Geometrie und Raumvorstellung – Psychologische Perspektiven. *Informationsblätter der Geometrie*, Vol. 24, 1.
- Guilford, J.P. (1976). *The Nature of Human Intelligence*. Mc Graw-Hill, New York.
- Gustaffson, J.E. (1984). A unifying Model for the Structure of Intellectual Abilities. *Intelligence*, 8, 179-203.
- Henderson, M. T., Crews, A. & Barlow. J. (1945). A study of the effect of musik distraction on reading efficiency. *Journal of Applied Psychology*, 29, 313-317.
- Herkner, W. (1992). *Psychologie*. Wien, New York: Springer Verlag.
- Hottenrott, K. (2004). *Herzfrequenzvariabilität im Fitness- und Gesundheitssport*. Hamburg: Czwalina.
- Hottenrott, K. (2006). *Herzfrequenzvariabilität: Methoden und Anwendungen in Sport und Medizin*. Hamburg: Czwalina.
- Hottenrott, K., Hoos, O. & Esperer, H. D. (2006). Herzfrequenzvariabilität und Sport – aktueller Stand. *Herz Cardiovascular Diseases*, 31(6), 544-552.
- Huber, P.H. (2008). *Allgemeine Klinische Psychologie*. Hogrefe Verlag Göttingen.
- Husain, G., Thompson, W.F. & Schellenberg, E.G. (2002). Effects of Musical Tempo and Mode on Arousal, Mood, and Spatial Abilities. *Music Perception*, 20(2), 151-171.
- Hyde, J.S. (1981). How large are cognitive gender differences? *American Psychologist*, 36, 892-901.
- Ivanov, V.K & Geake, J.G. (2003). The Mozart Effect and primary school children. *Psychology of Music*, 31(4), 405-413.

- Jones, M.H., West, S.D. & Estell D.B. (2006). The Mozart Effect: Arousal, Preference and Spatial Performance. *Psychology of Aesthetics, Creativity and the Arts*, S(1), 26-32.
- Karrer, U. (1999). Entspannung durch Musik-Entspannungskassetten? Physiologische Befunde und ihre Aussage. *Musikpsychologie*, 14, 42-51
- Kenealy, P. & Monsef, A. (1994). Music and IQ tests. *The Psychologist*, 7, 346.
- Kenealy, P. (1997). Mood-state-dependent retrieval: the effect of induced mood on memory reconsidered. *Quarterly Journal of General Psychology*, 50A, 290-317.
- Klein, L. (2008). Das Mozarttrind. *Kurier*, Ausgabe vom 25. 9. 2008, S.10.
- Knell, U. (2006). *Zum „Mozart-Effekt“: Stellen musikalische Begabung und Befindlichkeit Einflussfaktoren dar?* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Martin, E. & von Aster, M. (2005). Gender differences in brain activation patterns during mental rotation and number related cognitives tasks. *Psychology Science*, 47, 112-131.
- Lehrer, P.M. & Woolfolk, R.L. (1993). *Principles and practise of stress management*. New York: Guilford.
- Leichner, R. (1998). Musik, Leistung und Hemisphärenasymmetrie. *Psychologische Beiträge*, 40(2), 159-170.
- Leichner, R. & Bröscher, N. (1999). Hemishärenasymmetrien bei der Beurteilung von Musik. *Musikpsychologie*, 14, 69-86.
- Leng, X., Shaw, G.L. & Wright E.L. (1990). Coding of Musical Structure and the Trion Model of Cortex. *Music Perception*, 8, 49-62.
- Leng, X. & Shaw, G.L. (1991). Toward a neural theory of higher brain function using music as a window. *Concepts in Neuroscience*, 2, 229-258.

- Linn, M.C. & Petersen, A.C. (1985). Emergence and characterisation of sex differences in spatial abilities. *Child Development*, 56 (2), 1479-1498.
- Maccoby, E. E. & Jacklin, C. N. (1974). *The Psychology of Sex Differences*. Stanford University Press.
- Maier, P. H. (1999). *Räumliches Vorstellungsvermögen*. Donauwörth: Auer Verlag.
- McKelvie, P. & Low, J. (2002). Listening to Mozart does not improve children's spatial ability: Final curtains for the Mozart effect. *British Journal of Developmental Psychology*, 20, 241-258.
- Nantais, K.M. & Schellenberg, E.G. (1999). The Mozart Effect: An Artifact of Preference. *Psychological Science*, 10 (4), 370-373.
- Newman, J., Rosenbach, J.H., Burns, K.L., Latimer, B.C., Matocha, H.R. & Rosenthal Vogt, E. (1995). An experimental test of „The Mozart Effect“: does listening to his music improve spatial ability? *Perceptual and Motor Skills*, 81, 1379-1387.
- Rauscher, F.H., Shaw, G.L. & Ky, K.M. (1993). Music and spatial task performance. *Nature*, 365, 611.
- Rauscher, F.H., Shaw, G.L. & Ky, K.M. (1995). Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: Towards a neurophysiological basis. *Neuroscience Letters*, 185, 44-47.
- Rauscher, F.H. & Shaw, G.L. (1998). Key components of the Mozart effect. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 835-841.
- Rideout, B.E. & Laubach, C.M. (1996). EEG correlates of enhanced spatial performance following exposure to music. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 427-432.
- Rideout, B.E. & Taylor, J. (1997). Enhanced spatial performance following 10 minutes exposure to music: A replication. *Perceptual and Motor Skills*, 85, 112-114.

- Rideout, B.E., Dougherty, S. & Wernert, L. (1998). Effect of music on spatial performance: A test of generality. *Perceptual and Motor Skills*, 86, 512-514.
- Schandry, R. (1996). *Lehrbuch Psychophysiologie* (3.korr.Aufl.). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schandry, R. (1998). *Lehrbuch Psychophysiologie* (Studienausgabe). Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Schandry, R. (2006). *Biologische Psychologie* (2.Aufl.). Weinheim: Beltz Verlag.
- Schmid, N. (2000). *Biofeedback als Stressmanagement – Therapie*. Unveröffentlichte Dissertation, Universität Wien.
- Schmid, N., Strauss-Blasche, G., Redtenbacher, H., Berndorfer, K. & Wolfsegger, H. (2001). *Grundlagen von Biofeedback*. Wien: Österreichische Gesellschaft für Biofeedback und Psychophysiologie (ÖBfP).
- Schmidt, R.F. & Schaible, H.-G. (2006). *Neuro- und Sinnesphysiologie* (5. Aufl.). Springer Medizin Verlag Heidelberg.
- Silbernagl, S. & Despopoulos, A. (2003). *Taschenatlas der Physiologie* (6.korr.Aufl.). Stuttgart: Georg Thieme Verlag.
- Steele, K.M., Ball, T.N. & Runk, R. (1997). Listening to Mozart does not enhance backwards digit span performance. *Perceptual and Motor Skills*, 84, 1179-1184.
- Steele, K.M., Bass, K.E. & Crook, M.D. (1999a). The mystery of the Mozart effect: Failure to replicate. *Psychological Science*, 10, 366-369.
- Steele K.M., Brown, J.D. & Stoecker, J.A. (1999b). Failure to confirm the Rauscher and Shaw description of recovery of the Mozart effect. *Perceptual and Motor Skills*, 88, 843-848.
- Steele, K.M. (2000). Arousal and mood factors in the „Mozart effect“. *Perceptual and Motor Skills*, 91, 188-190.

- Steele, K.M. (2001). The „Mozart Effect“: An Example of the Scientific Method in Operation. *Psychology Teacher Network*, 11, 2-5.
- Steele, K.M. (2003). Do Rats show a Mozart Effect? *Music Perception*, 21(2), 251-265.
- Stough, C., Kerkin, B., Bates, T. & Mangan, G. (1994). Music and spatial IQ. *Personality and Individual Differences*, 17, 695.
- Thompson, W.F., Schellenberg, E.G. & Husain, G. (2001). Arousal, mood and the Mozart effect. *Psychological Science*, 12, 248-251.
- Thorndike, R.L., Hagen, E. & Sattler, J. (1986). *Stanford-Binet Intelligence Scale* (4th ed.). Itasca, IL: Riverside Publishing.
- Twomey, A. & Esgate, A. (2002). The Mozart Effect may only be demonstrateable in Nonmusicians. *Perceptual and Motor Skills*, 95, 1013-1026.
- Vossel, G. & Zimmer, H. (1998). *Psychophysiologie*. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH.
- Voyer, D., Voyer, S. & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: a meta-analyses and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117, 250-270.
- Vytiska, K. (2008). *Raumvorstellung und Musik: Lässt sich der „Mozart-Effekt“ auf 3DW-Items generalisieren?* Unveröffentlichte Diplomarbeit, Universität Wien.
- Wilson, T. L. & Brown, T.L. (1997). Reexamination of he Effect of Mozart's Music on Spatial-Task Performance. *The Journal of Psychology*, 13 (4), 365-370.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Ablauf der Testung	- 53 -
Tabelle 2 – Überblick zur Rohwertverteilung und den dazu gehörigen Fähigkeitsparametern	- 60 -
Tabelle 3 – Deskriptive Statistiken für alle drei Versuchsgruppen.....	- 62 -
Tabelle 4 – Überprüfung der Randomisierung in der Baseline	- 63 -
Tabelle 5 – Deskriptive Statistiken der verschiedenen Testteile.....	- 64 -
Tabelle 6 – Unterschiede in den Posttreatment-Teilen zwischen den Gruppen	- 65 -
Tabelle 7 – Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in P1 unter Einbeziehung der Baselineparameter	- 65 -
Tabelle 8 – Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in den Differenzen von Treat 1–Baseline und Treat 2–Baseline	- 66 -
Tabelle 9 – Deskriptive Statistik der Differenzen der Gruppen	- 66 -
Tabelle 10 – Unabhängiger t-Test zu den Baselineunterschieden zwischen männlichen und weiblichen Versuchspersonen.....	- 67 -
Tabelle 11 – Überprüfung der Geschlechtsunterschiede in der Baseline pro Versuchsgruppe	- 68 -
Tabelle 12 – Überprüfung der Geschlechtsunterschiede im gesamten Posttest	- 69 -
Tabelle 13 – Veränderung der männlichen Fähigkeitsparameter über drei Testabschnitte	- 70 -
Tabelle 14 – Veränderung der weiblichen Fähigkeitsparameter über drei Testabschnitte	- 71 -
Tabelle 15 – Hautleitwert in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest.....	- 74 -
Tabelle 16 – Hautleitwert-Unterschiede zwischen drei Messzeitpunkten	- 75 -
Tabelle 17 – Hautleitwert-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten	- 77 -
Tabelle 18 – Handtemperatur in der Baseline, während des Treatments und im Posttest.....	- 78 -
Tabelle 19 – Handtemperatur-Unterschiede zwischen drei Messzeitpunkten	- 79 -
Tabelle 20 – Handtemperatur- Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten	- 80 -
Tabelle 21 – Herzrate bei in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest	- 81 -
Tabelle 22 – Herzraten-Unterschiede zwischen drei Messzeitpunkten	- 82 -
Tabelle 23 – Herzraten- Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten	- 83 -
Tabelle 24 – Unterschiede der LF/HF-Quotienten während des Treatments	- 84 -
Tabelle 25 – Deskriptive Statistik über den Quotienten LF/HF während des Treatments	- 84 -
Tabelle 26 – Stirnspannung in der Baseline, während des Treatments u. im gesamten Posttest.....	- 85 -
Tabelle 27 – Unterschiede in der Stirnspannung über drei Messzeitpunkte.....	- 85 -
Tabelle 28 – Muskelspannung-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten.....	- 87 -
Tabelle 29 – Atemfrequenz in der Baseline, während dem Treatment und im gesamten Posttest ..	- 88 -
Tabelle 30 – Unterschiede in der Atemfrequenz über drei Messzeitpunkte	- 88 -
Tabelle 31 – Atemfrequenz-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten.....	- 90 -
Tabelle 32 – Deskriptive Statistiken der Theta Wellen in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest.....	- 92 -
Tabelle 33 – Unterschiede bei den Theta-Wellen über drei Messzeitpunkte.....	- 92 -
Tabelle 34 – Theta-Wellen-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten.....	- 94 -

Tabelle 35 – Deskriptive Statistik der Alpha Wellen in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest.....	- 94 -
Tabelle 36 - Unterschiede bei den Alpha-Wellen über drei Messzeitpunkte	- 95 -
Tabelle 37 – Alpha- Wellen-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten.....	- 96 -
Tabelle 38 – Deskriptive Statistik des Theta/Beta – Verhältnis in der Baseline, während des Treatments und im gesamten Posttest.....	- 97 -
Tabelle 39 - Unterschiede bei den Theta/Beta -Wellen über drei Messzeitpunkte	- 97 -
Tabelle 40 – Ratio-Unterschiede zwischen Musik und Stille bei drei Zeitpunkten.....	- 99 -
Tabelle 41 – Mittelwerte der Theta und Beta Wellen	- 99 -

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Ergebnisse der Originalstudie von Rauscher et al. (1993), S.611	- 5 -
Abbildung 2 – Ein Beispiel-Item aus dem Paper Folding and Cutting Test (PF&C):	- 7 -
Abbildung 3: Ergebnisse des ersten Experiments von Nantais & Schellenberg (1999)	- 8 -
Abbildung 4 – Ergebnisse der Studie von Steele, Bass & Crook (1999a)	- 12 -
Abbildung 5 – Mittelwerte der Teilnehmer im Paper Folding and Cutting Test (PF&C).....	- 13 -
Abbildung 6 - Mittelwerte der Teilnehmer in fünf Fragebögen bezüglich ihrer Stimmung und Aktivierung. (Thompson, Schellenberg & Husain, 2001), S.250	- 14 -
Abbildung 7 – Mittelwerte der Scores der Versuchspersonen im Paper Folding and Cutting-Test, in Abhängigkeit von Tempo (fast = schnell, slow = langsam) und	- 15 -
Abbildung 8 – EKG Kurve (Silbernagl & Despopulos, 2003), S.197	- 33 -
Abbildung 9 – Versuchsplan	- 46 -
Abbildung 10 - Beispiel-Item aus webbasiertem Endlosschleifentest, Gittler & Arendasy, 2003	- 49 -
Abbildung 11 – Biofeedback-System NEXUS-10 von Mind Media, NL	- 49 -
Abbildung 12 – Hautleitwertsensoren.....	- 50 -
Abbildung 13 – Handtemperatur-Einzelthermistor	- 50 -
Abbildung 14 – Pulsfrequenz mit Photoplethysmographie.....	- 51 -
Abbildung 15 – EMG der Stirnmuskeln, Ableitung nach Cram, 1991	- 51 -
Abbildung 16 – Atemgurt.....	- 51 -
Abbildung 17 – EEG Cz, Ref. li. Ohr, Ground re. Ohr	- 52 -
Abbildung 18 – Beispiel einer Testung einer Versuchsperson.....	- 53 -
Abbildung 19 – Elektrodenpositionen nach dem internationalen 10-20 System nach Jasper, 1958, (Schandry, 1998), S.231.....	- 56 -
Abbildung 20 – Eine Ag/AgCl Klebeelektrode	- 56 -
Abbildung 21 – Bildungsgrad in den drei Gruppen	- 62 -
Abbildung 23 – Baselineunterschiede der Geschlechter für jede Gruppe	- 68 -
Abbildung 24 – Unterschiede der Geschlechter im gesamten Posttest pro Gruppe	- 69 -
Abbildung 25 – Männliche Fähigkeitsparameter über alle drei Messzeitpunkte	- 71 -
Abbildung 26 – Weibliche Fähigkeitsparameter über alle drei Messzeitpunkte	- 72 -
Abbildung 27 – Hautleitwert über sechs Zeitpunkte	- 75 -
Abbildung 28 – Hautleitwert über drei Messzeitpunkte	- 76 -
Abbildung 29 – Handtemperatur über sechs Messzeitpunkte.....	- 79 -
Abbildung 30 – Herzrate über sechs Messzeitpunkte	- 82 -
Abbildung 31 – Quotient von LF/HF während des Treatments	- 84 -
Abbildung 32 – Stirnspannung über sechs Zeitpunkte.....	- 86 -
Abbildung 33 – Atemfrequenz über sechs Zeitpunkte	- 89 -
Abbildung 34 – Theta Wellen über sechs Zeitpunkte.....	- 93 -
Abbildung 35 – Alpha Wellen über sechs Zeitpunkte.....	- 95 -
Abbildung 36 – Theta/Beta-Verhältnis über sechs Zeitpunkte	- 98 -

Lebenslauf

Persönliche Daten

Geboren am 17.11.1982 in Wien
Eltern: Maria und Franz-Wolfgang Weber
Geschwister: Bruder Matthias

Schulbildung

1988 – 1992 Volksschule der päd. Akademie, 1210 Wien
1992 – 2001 Realgymnasium, 1210 Wien, Matura

Hochschulbildung

seit Oktober 2001 Studium an der Universität Wien:
Diplomstudium Psychologie und Diplomstudium
Ernährungswissenschaften

Ausbildungen

2006: Sportpsychologisches Praktikum im Leistungssport
Zentrum SÜDSTADT, Aufgabenbereich: psychologische
Diagnostik

2007: Ausbildungslehrgang zur Biofeedbacktherapeutin
(ÖBfP)

2008: Fachausbildung f. Biofeedback in der Praxis
Dr. Schmid & Schmid, 3100 St. Pölten, Heidenheimerstr.5,
für Psychologie und Verhaltensmedizin

2008: Vortragende für Autogenes Training und
Progressive Muskelentspannung im Sport auf dem
VHS-Kongress in Wien

2009: Ausbildungslehrgang für Neurofeedback

Hobbies

Schwimmen, Aerobic, Freunde, Lesen